

# Neophyten in der urbanen Gehölzvegetation von Graz

Elisabeth Monika Schrammel, Anton Drescher & Christian Berg

Häufig sind Neobiota nicht Ursache,  
sondern Wirkung von Umweltveränderungen  
(Dietmar Brandes)

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt die neophytenreiche Gehölzvegetation der Stadt Graz. Zu diesem Zweck wurden 129 pflanzensoziologische Aufnahmen von Gehölzbeständen erstellt, an deren Aufbau zumindest eine neophytische Holzart beteiligt ist. Die Daten wurden nach floristischen Ähnlichkeiten in fünf Vegetationseinheiten gegliedert: Mesophile Buchenwälder, Eichen-Hainbuchenwälder, Thermophile Buchenwälder, Monodominante Neophytengesellschaften und urbane Gebüsche. Es zeigte sich einerseits eine geographische Differenzierung innerhalb des Stadtgebietes und andererseits eine unterschiedlich starke Beeinflussung der Bestände durch Neophyten. Die Parameter, welche die floristische Zusammensetzung der neophytenreichen Gehölzvegetation bestimmen, sind neben dem starken anthropogenen Einfluss an den jeweiligen Standorten auch klimatische Faktoren. Dabei spielen die Lage der Stadt am südöstlichen Alpenrand und die typischen Eigenschaften der Stadtfloora eine bedeutende Rolle.

## Abstract

This paper investigates the neophytic woody vegetation in the city of Graz. For this purpose, such vegetation types were located and 129 phytosociological relevés were performed in the study area. The data were sorted by floristic similarity into five units: mesophilous beech forests, oak-hornbeam woodlands, thermophilous beech forests, monodominant neophytic community assembly and urban shrubs. The results show a geographical differentiation and a varying impact of neophytic plants on these vegetation types. Thereby the typical traits of the urban flora and the urban environment are playing a central role.

## 1. Einleitung

Die subspontane Gehölzvegetation bildet einen wichtigen Bestandteil des städtischen Grünraums. Unbestritten haben sie als diejenigen Reste der spontanen Vegetation mit der größten Naturnähe in der Stadt eine hohe Bedeutung für die Biodiversität in urbanen Lebensräumen.

Gleichzeitig sind sie aber auch starken anthropogenen Störungen ausgesetzt und stark mit Neophyten durchsetzt (BRANDES et al. 2003). Städte sind somit Anziehungspunkte und Ausbreitungszentrum vieler Neophyten (BRANDES 2004, SUKOPP 2007). Doch wie sind neophytische Arten innerhalb städtischer Gehölzbestände verteilt?

In Österreich ist die Anzahl der neophytischen Gefäßpflanzen mit 1110 Arten sehr groß, wovon bislang nur ca. ein Viertel (275 Arten, 24,8 %) als etabliert gilt. Die Zahl der als invasiv geltenden Arten ist mit 17 (1,5 %) eher gering, weitere 18 Arten (1,6 %) werden als „potentiell invasiv“ beurteilt (ESSL & RABITSCH 2002).

Wälder gelten als nur wenig von Neophyten betroffen. Jüngere Studien hingegen zeigen, dass ihre Invasionsresistenz möglicherweise überschätzt wurde (ESSL et al. 2011, WAGNER et al. 2017), insbesondere bei dauerhaftem oder wiederholtem Störungseinfluss (BERG et al. 2016). In der urbanen Gehölzvegetation jedenfalls kann von Resistenz gegenüber invasiven Neophyten keine Rede sein, so stieg in Berlin der Anteil von Neophyten an der spontanen Gehölzvegetation von 16 % am Ende des 18. Jahrhunderts auf 67 % zweihundert Jahre später (KOWARIK et al. 2013). Mit der folgenden Arbeit möchten wir deshalb am Beispiel der Stadt Graz folgenden Fragestellungen nachgehen: (1) Welche Artenzusammensetzung weisen urbane Gehölzbestände in Graz auf? (2) Wie lässt sich diese urbane Gehölzvegetation klassifizieren? (3) In welchen Vegetationseinheiten und in welchen Teilen der Stadt ist der Anteil an Neophyten besonders hoch? (4) Welche Umweltbedingungen bzw. Einflüsse begünstigen die Etablierung neophytischer Arten?

## **2. Das Untersuchungsgebiet Graz**

### **2.1 Lage**

Graz, Landeshauptstadt des Bundeslandes Steiermark liegt ca. 150 km Luftlinie südwestlich von Wien. Mit ca. 300.000 Einwohnern auf einer Fläche von 127,5 km<sup>2</sup> ist Graz die zweitgrößte Stadt Österreichs. Sie liegt im submontanen Grazer Feld (KILIAN et al. 1993), welches im Westen und Norden durch das bereits zu den Alpen gehörende Grazer Bergland und im Osten durch das hügelige Oststeirische Riedelland, einem Teil des südöstlichen Alpenvorlandes begrenzt wird. (LIEB 1991).

### **2.2 Geologische Verhältnisse**

Das Bergland im Westen und Norden (Plabutsch und Admonter Kogel) ist aus paläozoischem Karbonatgestein aufgebaut. Miozäne tonig-sandige Sedimente bauen die mittleren Hangabschnitte der Hügelzüge im Osten auf. Die Kammlagen werden durch verfestigte, etwas jüngere Schotter und Sande gebildet (HUBMANN & MOSER 2009). Den größten Teil des Grazer Feldes nimmt die bis über 25 m mächtige Würmterrasse ein, in die die etwa 2 km breite holozäne Murebene eingesenkt ist. Die Mineralzusammensetzung beider Terrassenkörper ist ähnlich. (GASSER et al. 2009, HUBMANN & MOSER 2009). Hangschutt und Lößlehme sind sowohl am westlichen und nördlichen Stadtrand als auch am Ostrand zu finden (HUBMANN & MOSER 2009).

## 2.3 Klima

Das mitteleuropäische Klima zeigt aufgrund der Lage am Südostrand der Alpen bereits subillyrischen Einschlag. Die Nähe der Alpen und die Beckenlage führen aber zu strengeren Wintern als im eigentlichen Illyricum. Der Winter ist durch ausgesprochene Windarmut und häufige Inversionslagen gekennzeichnet, im Sommerhalbjahr wird die Stadt dagegen gut durchlüftet (LAZAR et al. 1994). Bemerkenswert sind die durch topographische Lage und stadtklimatische Effekte hervorgerufenen ausgeprägten Temperaturgegensätze in horizontaler sowie in vertikaler Richtung. So nimmt die Temperatur im Stadtgebiet „von den kalten Seitentälern im Osten (insbesondere den Talbecken), über das mäßig kalte, nebelreiche Grazer Feld, das überwärmte, dichter verbaute Stadtgebiet und die niederen Riedellagen bis zu den höheren Riedellagen deutlich zu, wobei letztere ein ausgesprochen wintermildes, ausgeglichenes Klima aufweisen, während für die Seitentalbecken neben tiefen Wintertemperaturen auch große Tagesschwankungen charakteristisch sind“ (LAZAR et al. 1994). Durch lokale Windsysteme sind die Südosthänge des Plabutsch im Westen besonders wärmebegünstigt (LAZAR et al. 1994). Das Stadtzentrum ist zudem stark von stadtklimatischen Phänomenen wie dem Wärmeinseleffekt geprägt (HENNINGER 2011).

## 3. Methoden

### 3.1 Vegetationsaufnahmen

Im Zeitraum von 23. Mai 2011 bis 23. November 2012 wurden nach der Methode der Zürich-Montpellier'schen Schule (BRAUN-BLANQUET 1964) 129 Vegetationsaufnahmen in den Wäldern von Graz und in Brachflächen mit spontaner Gehölzvegetation im bebauten Gebiet durchgeführt. Die Erfassung erfolgte durch visuelle Abschätzung der Art-Abundanz auf definierten Aufnahmeflächen von 100 m<sup>2</sup>, wobei die Abundanz-Dominanz-Schätzskala von REICHELT & WILMANN (1973) verwendet wurde. Kleinere gehölzbestandene Flächen, die nur wenig größer als die Aufnahmefläche waren, wurden nicht berücksichtigt. Es wurden Baumschicht (> 6 m), Strauchschicht (1,5–6 m), Kraut- und Moosschicht unterschieden, die Gesamtbedeckung, die Deckung der einzelnen Schichten, die minimale und die maximale Höhe der Baum- und Strauchschicht notiert. Zusätzlich wurden Seehöhe, Exposition, Neigung und Geländeform erhoben. Die geographische Lage wurde vor Ort mittels GPS bestimmt.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen basiert auf FISCHER et al. (2005), die der Moose auf FREY et al. (2006). Es wurden nur die epigäischen Moose ausgewertet. Für die Gattung *Rubus* wurde außerdem WEBER (1995) zu Rate gezogen. Die Benennung der Pflanzengesellschaften basiert auf WILLNER & GRABHERR (2007a, 2007b).

### 3.2 Tabellenarbeit

Die im Zuge der Feldarbeit erhobenen Daten wurden ins Datenbank-Programm TURBOVEG (HENNEKENS 2009) eingegeben, anschließend in das Programm JUICE (TICHÝ 2010) exportiert und mit dem Analyseprogramm TWINSpan (HILL 1979) vorsortiert. Die Vegetationstabelle wurde manuell nach floristischer Ähnlichkeit und nach der Dominanz der vorhandenen neophytischen Gehölze nachsortiert. Zur Benennung der Vegetationseinheiten wurden Differential- und Charakterarten aus WILLNER & GRABHERR (2007a, 2007b) herangezogen, wobei oft nur die

Arten der Krautschicht eine Zuordnung ermöglichten. Zahlreiche Aufnahmen konnten nur informell klassifiziert werden.

### 3.3. Statistische Auswertung

Die Einstufung der Neophyten richtet sich nach ESSL & RABITSCH (2002). Die Daten über Urbanität stammen aus BiolFlor (KLOTZ & KÜHN 2002), der Datenbank für biologisch-ökologische Merkmale der Flora Deutschlands (<http://www.ufz.de/biolflor>). Informationen über die Bindung der Arten an einen Lebensraumtyp wurden aus LANDOLT et al. (2010) zusammengetragen. Die Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) wurden im Programm JUICE für alle Aufnahmen ungewichtet ermittelt. Die Werte für die Urbanität wurden nach Deckung der jeweiligen Arten gewichtet. Die Berechnung der Deckung erfolgte ebenfalls im Programm JUICE. Mit dem Programm PAST (HAMMER et al. 2001) wurden Boxplots erstellt und Regressionsanalysen durchgeführt. Eine Korrespondenzanalyse (Detrended Correspondence Analysis, DCA) erfolgte mit dem Programm CANOCO 4 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002).

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Beschreibung der pflanzensoziologischen Einheiten

Die vorgefundene urbane Gehölzvegetation in Graz ist erwartungsgemäß heterogen und lässt sich relativ grob in fünf Einheiten untergliedern (Tabelle 1). Die erste Einheit umfasst Aufnahmen der mesophilen Buchenwälder, die zweite die der Eichen-Hainbuchenwälder und die dritte die der thermophilen Buchenwälder, wobei alle Einheiten mehr oder weniger stark von neophytischen Gehölzen durchdrungen sind, so dass die Zuordnung eher den potentiell ungestörten Einheiten entspricht. Die anderen beiden Einheiten 4 und 5 sind floristisch am heterogensten und lassen sich keinem Waldtyp zuordnen. In der vierten Einheit werden daher monodominante Gesellschaften neophytischer Gehölze, und in der fünften Einheit urbane ruderalen Gebüsche zusammengefasst. Um die Struktur besser zu erfassen, stellen wir diese Einheiten in der Tabelle 1 jeweils in zwei Untergruppen dar.

#### 4.1.1 Mesophile Buchenwälder (Eu-Fagion; cf. *Galio odorati*-Fagetum) (Tabelle 1, Spalte 1)

##### Floristische und soziologische Struktur

Die Baumschicht dieser Einheit wird zum überwiegenden Teil von *Robinia pseudacacia* und *Fagus sylvatica* gebildet, wobei letztere in naturnäheren Beständen dominiert. In einem Teil der Aufnahmen ersetzen *Carpinus betulus*, seltener *Castanea sativa* und *Quercus petraea* die Rotbuche. Von *Robinia* dominierte Bestände wurden auf Grund der Bodenvegetation hier angeschlossen. Begleitende Baumarten sind *Picea abies* und *Castanea sativa*. Insgesamt kommen neben *Hedera helix* einundzwanzig verschiedene Baumarten vor. Auffallend ist das fast vollkommene Fehlen von *Ailanthus* in der Baum- und Strauchschicht. Die Deckung der Baumschicht ist in der Regel hoch. Alle bestandsbildenden heimischen Baumarten verjüngen sich sehr gut, allen voran *Carpinus betulus* und *Fagus sylvatica*. In der ausgeprägten Strauchschicht dominieren *Fagus sylvatica* und *Sambucus nigra*. Daneben spielen *Carpinus betulus*, *Corylus avellana* und *Robinia pseudacacia* eine bedeutende Rolle.

Die Krautschicht besteht überwiegend aus nitrophilen Arten wie *Urtica dioica*, *Geum urbanum*, *Galium aparine*, *Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*, *Sambucus nigra*, *Impatiens parviflora* und *Galeopsis speciosa*. Hinzu kommen typische Laubwaldarten.

Differentialarten sind *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Lamiastrum montanum*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris carthusiana* und *Carex brizoides*. Als weitere schwache Differentialarten sind *Anemone nemorosa* und *Dryopteris dilatata* zu nennen.

Aus der Ordnung Fagetalia treten die Charakterarten *Carex sylvatica* (auch DA fürs Galio odorati-Fagetum), *Anemone nemorosa*, *Dryopteris filix-mas*, *Sanicula europaea*, *Salvia glutinosa* auf. Arten aus dem Galio odorati-Fagetum sind: *Lamiastrum montanum* und *Brachypodium sylvaticum*. Auch die oben genannten Differentialarten sind typische Begleiter dieser Assoziation.

### Neophyten

In den erhobenen Beständen der mesophilen Buchenwälder sind *Robinia pseudacacia*, die in allen Schichten vertreten ist, und *Impatiens parviflora* stete Neophyten. Bemerkenswert sind die Vorkommen von *Prunus serotina* und *Paulownia tomentosa* in der Baumschicht einzelner Bestände.

### Ökologische Verhältnisse

Die Standorte sind meist südost- und seltener südwestexponiert. Es treten relativ viele Frische- und Feuchtezeiger auf (mittlere Feuchtezahl 5,3) und im Gegensatz zu allen anderen Einheiten ist die mittlere Reaktionszahl am niedrigsten (5,8). Auch die mittlere Lichtzahl (4,5), und mittlere Temperaturzahl (5,3) sind die niedrigsten Werte innerhalb der 5 Einheiten. In der Krautschicht fehlen viele wärmeliebende Arten wie *Clematis vitalba* und *Ligustrum vulgare*, die im restlichen Datensatz eine hohe Stetigkeit aufweisen, fast vollkommen. Dementsprechend treten dagegen Farne, welche ein schattiges und feuchtes Waldinnenklima bevorzugen, häufiger auf.

### Bewirtschaftung

Viele Gebiete weisen Spuren von ehemaligem Holzeinschlag auf, einige sind künstliche Auflichtungen oder Sturmschadenflächen aus dem Jahre 1998. Die meisten, besonders die siedlungsnahen Gebiete, werden stark zur Naherholung genutzt.

### Lokales Vorkommen

Der Verbreitungsschwerpunkt dieser Einheit liegt im Osten von Graz: Leechwald, Rosenberg, Umgebung der Mariagrüner Kirche, Rosenhain, Eustacchiogründe. Die Höhenverbreitung liegt zwischen 414 m und 517 m.

#### 4.1.2 Eichen-Hainbuchenwälder (Tabelle 1, Spalte 2)

##### Floristische und soziologische Struktur

Die Baumschicht der naturnahen Bestände wird, von *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* und *Acer campestre* aufgebaut, wobei diese bestandsbildenden Arten bei einer höheren Deckung von *Robinia pseudacacia* deutlich zurücktreten. Hinzu kommen noch *Juglans regia*, *Ulmus glabra* und bis in die Baumkronen reichende Exemplare von *Hedera helix*. Nur *Fraxinus excelsior* gewinnt in den naturferneren Beständen an Bedeutung, fehlt aber in den Aufnahmen, in denen *Ailanthus altissima* die Baumschicht dominiert. Die Strauchschicht wird in den naturnahen

Beständen von den Gehölzarten der Baumschicht gebildet. Wenn in der Strauchschicht *Robinia pseudacacia* und mit ihr *Sambucus nigra* stärker vertreten sind, fehlen wärmeliebende Gehölze wie *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare* und *Crataegus monogyna*. Alle wichtigen Arten der Baum- und Strauchschicht verjüngen sich gut. Außerdem mit hoher Stetigkeit ist *Juglans regia* zu nennen. Die Gehölzverjüngung trägt sowohl von der Artenzahl als auch von der Menge her den größten Anteil an der Diversität der Krautschicht. Neben den bestandsbildenden Arten sind *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Sambucus nigra* und *Euonymus europaeus* zu nennen. Einen weiteren bedeutenden Anteil haben nitrophile Arten. Neben *Alliaria petiolata*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Impatiens parviflora*, *Chelidonium majus* und *Galium aparine* kommen *Galeopsis pubescens*, *Salvia glutinosa*, *Anthriscus sylvestris* und *Brachypodium sylvaticum* hinzu. Als Differentialarten gelten *Ligustrum vulgare*, *Polygonatum odoratum* und *Anthriscus sylvestris*. Die Bestände können als urbane, stark anthropogen überprägte Stadien dem Galio sylvatici–Carpinetum zugeordnet werden.

### Neophyten

In der Baumschicht ist *Robinia pseudacacia* der häufigste Neophyt, in 6 der 39 Aufnahmen (entspricht 15 %) tritt *Ailanthus altissima* hinzu, in jeweils einer Aufnahme treten *Quercus rubra* und *Aesculus hippocastanum* auf. Schon EGGLER (1951) hat in den Beständen der Hubertushöhe das Vorkommen von „Robinia Pseudo-Acacia“ in der Baumschicht dokumentiert. In der Krautschicht finden sich vereinzelt *Lunaria annua*, *Ribes rubrum* und *Erigeron annuus*. *Impatiens parviflora* bildet als häufigster Neophyt teilweise große Bestände.

### Ökologische Verhältnisse

Die Standorte befinden sich an teils stark geneigten, südexponierten Hängen auf Karbonatgestein. EGGLER (1933) fand seinerzeit die wärmeliebenden Eichen-Hainbuchenwälder auf lokal-klimatisch begünstigten, sonnigen Südhängen. Die Böden sind tonreich und trocken. Durch die Hanglage und den vergleichsweise lichten Kronenschluss ist das Bestandsinnere vergleichsweise hell, was sich in hohen Licht- (mittlere Lichtzahl 5,4) und Temperaturzeigerwerten (mittlere Temperaturzahl 5,6) widerspiegelt.

### Bewirtschaftung

Aktuell sind keine wirtschaftlichen Eingriffe erkennbar. Bis um 1900 wurde in diesen Gebieten verstärkt Wein kultiviert (ADLMANNSEDER 1987). Die Nutzung der in Steilhanglagen gelegenen Bestände als Naherholungsgebiet durch die Bevölkerung ist gering.

### Lokales Vorkommen

Die Verbreitung ist auf Höhenlagen zwischen 416 m und 493 m der Hubertushöhe und des Reinerkogels beschränkt.

#### 4.1.3 Thermophile Buchenwälder (Cephalanthero-Fagenion) (Tabelle 1, Spalte 3)

##### Floristische und soziologische Struktur

Die Bestände werden in der Baumschicht im Durchschnitt von weniger als vier (2–7) Arten aufgebaut. Meist dominiert eines der beiden neophytischen Gehölze *Robinia pseudacacia* und *Ailanthus altissima*, seltener sind Mischbestände der beiden. *Fagus* konnte nur in 20 % der Bestände angetroffen werden, an einheimischen Arten sind nur *Fraxinus excelsior* und *Juglans regia* in mehr als

40 % der Bestände am Aufbau beteiligt. Alle anderen heimischen Arten sind von untergeordeter Bedeutung. Die Deckung der Baumschicht ist insgesamt gering. Die Strauchschicht ist gut ausgebildet und zeigt abgesehen vom hochsteten und immer wieder auch dominanten *Sambucus nigra*, eine ähnliche Artenzusammensetzung. In Aufnahmen, in denen *Ailanthus* in der Baumschicht präsent ist, wird die Strauchschicht von derselben Art bestimmt. Weniger stet sind *Prunus avium*, *Juglans regia* und *Cornus sanguinea* vertreten, seltener ist noch *Clematis vitalba* beigemischt. *Corylus avellana*, die in der Grazer Gehölzvegetation sehr häufig ist, fehlt in dieser Einheit fast vollständig. In der Krautschicht kommen nitrophile Arten mit höherer Deckung vor: *Impatiens parviflora*, *Urtica dioica*, *Salvia glutinosa*, *Brachypodium sylvaticum* und *Geum urbanum*. Differentialarten gegenüber den anderen Einheiten sind *Asarum europaeum*, *Pulmonaria officinalis*, *Polygonatum multiflorum*, *Melica nutans* und *Actaea spicata*. Arten der thermophilen Buchenwälder (UV Cephalanthero-Fagenion) sind mit *Melittis melissophyllum*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare* und *Cyclamen purpurascens* gut vertreten. Auch Arten aus der Ordnung Fagetalia sind häufig: *Pulmonaria officinalis* (DA), *Asarum europaeum* (DA), *Dryopteris filix-mas*, *Carex sylvatica*, *Sanicula europaea*, *Salvia glutinosa* und *Viola reichenbachiana*. Somit kann diese Vegetationseinheit dem Cephalanthero-Fagenion zugewiesen werden.

## Neophyten

Neben den bereits erwähnten Neophyten *Robinia* und *Ailanthus* sind in der Strauchschicht auch vereinzelt *Deutzia scabra* und *Buddleja davidii* vertreten. In der Krautschicht findet sich an Neophyten *Impatiens parviflora* mit hohen Abundanz-Dominanzwerten, *Solidago gigantea*, *S. canadensis* und *Erigeron annuus* häufig und in einzelnen Fällen *Ribes rubrum*, *Impatiens glandulifera*, *Potentilla indica*, *Aster novae-angliae*, *Parthenocissus inserta* und *Geranium sibiricum*.

## Ökologische Verhältnisse

Die Standorte dieser Einheit sind aufgrund der süd- und südostexponierten Lage, der starken Hangneigung und dem karbonathaltigen Grundgestein wärmebegünstigt (mittlere Temperaturzahl 5,7) und weisen eine hohe Lichtzahl (Mittel 5,2) auf. Frischezeiger überwiegen (mittlere Feuchtezahl 5,1).

## Lokales Vorkommen

Am südostexponierten Hang des Plabutsch und am südexponierten Hang des Admonter Kogels sind diese Bestände im Bereich zwischen 420 m und 557 m Seehöhe zu finden.

## Bewirtschaftung

Am Admonter Kogel wurde vor einigen Jahren eine breite Forststraße angelegt, entlang derer sich *Ailanthus* ausbreitet (HEBER 2005). Zudem gibt es ein paar ehemalige Windwurfflächen aus den Jahren 2008 und 2009 (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2013), auf denen sich *Robinia pseudacacia* und *Ailanthus altissima* ansiedelten. Auch am Plabutsch gibt es ehemalige Windwurfflächen. Es handelt sich durchwegs um Standorte mit hoher Dynamik.

#### 4.1.4 Monodominante Neophytenbestände (Tabelle 1, Spalte 4a und b)

##### Syntaxonomie

Diese Gruppe haben wir im Gegensatz zu den bisher besprochenen Einheiten, wo alle Übergänge von naturnahen bis mit Neophyten „angereicherten“ Waldbeständen zusammengefasst sind, in Robinienbestände (Spalte 4a) und Götterbaumbestände (Spalte 4b) getrennt. Nach EXNER & WILLNER (2007) werden beide Typen in den Verband *Arctio-Sambucion nigrae* Doing 1969 (polyhemerobe Gebüsch und Pionierwälder) gestellt, der mit nur einer Charakterart, *Sambucus nigra*, soziologisch sehr weit gefasst ist. Das Datenmaterial aus Ostösterreich, das den Bearbeitern für die „Wälder und Gebüsch Österreichs“ (EXNER & WILLNER 2007) zur Verfügung stand, lässt sich standörtlich in zwei Assoziationen gliedern: Das *Chelidonio-Robinetum* stockt auf frischen, das *Balloto-Robinetum* auf trockenen Standorten. Obgleich einige der Differentialarten des *Chelidonio-Robinetum* auch in den Grazer Beständen anzutreffen sind, lassen sich diese keiner der beiden Assoziationen eindeutig zuordnen, da wichtige Kenn- bzw. Differentialarten fehlen.

Für die provisorisch gefasste ranglose *Ailanthus altissima*-Gesellschaft stand den Autoren nur Material aus Ostösterreich (FORSTNER 1984) zur Verfügung. Da *Ailanthus* sich auch in den südlichen Bundesländern rasant ausgebreitet hat, muss eine Beschreibung auch das seither gesammelte Material aus den südlichen Bundesländern berücksichtigen. Abgesehen von der dominanten und steten Art *Ailanthus altissima* hat das Grazer Material lediglich einige weit verbreitete Galio-Urticetea-Arten wie *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, allesamt Nährstoffzeiger, mit den Beständen aus NE-Österreich gemeinsam.

##### Soziologische und floristische Struktur

Die Baumschicht der Robinienbestände ist mit 20 Arten artenreicher als die der Götterbaumbestände mit insgesamt nur 14 Arten, wobei nur *Robinia pseudacacia* oder *Ailanthus altissima* stet vertreten sind. Die übrigen Arten sind nur beigemischt. In den *Robinia*-Beständen ist *Robinia* nur in der Baumschicht stark präsent, sie fehlt in der Strauchschicht und in der Verjüngung fast völlig. *Fraxinus excelsior* und schwach *Juglans regia* differenzieren gegenüber den *Ailanthus*-Beständen, in denen die dominante Art in allen Schichten mit hoher Deckung präsent ist. Alle übrigen Holzarten treten in den Hintergrund, sobald *Ailanthus altissima* in der Baumschicht auftritt. Die Deckung der Baumschicht ist gering, drei Aufnahmen waren nur als strauchartige Bestände ohne Baumschicht ausgebildet. Die stets ausgeprägte, artenreiche Strauchschicht ist aus *Sambucus nigra*, *Corylus avellana* und *Euonymus europaeus*, *Prunus padus*, *Fraxinus excelsior* und *Cornus sanguinea* aufgebaut, die anderen Arten treten zurück. In den *Ailanthus*-Dominanzbeständen sind lediglich *Sambucus nigra* und *Prunus avium* häufiger anzutreffen, obwohl die Gesamtartenzahl mit 37 Arten höher ist als in den *Robinia*-Beständen mit 30 Arten.

Neophytische Arten in der Baum- und Krautschicht sind neben den erwähnten dominanten Arten *Acer negundo* und *Aesculus hippocastanum*, die in beiden Dominanzbeständen vorkommen, sowie *Paulownia tomentosa*, *Populus canadensis*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Deutzia scabra* und *Philadelphus coronarius*, die auf die *Ailanthus*-Bestände beschränkt bleiben. Mengenfällig bedeutende Arten (vorwiegend nitrophile) wie *Geum urbanum*, *Alliaria petiolata*, *Urtica dioica*, *Impatiens parviflora* und *Brachypodium sylvaticum* bauen die Krautschicht auf.



## Neophyten in der Krautschicht

Als Neophyten treten in der Krautschicht *Impatiens parviflora* und *Potentilla indica* häufig, sowie *Impatiens glandulifera* vereinzelt auf. *Ribes rubrum* und *Rosa multiflora* fehlen in den *Ailanthus*-Beständen, *Symphoricarpos albus*, *Syringa vulgaris*, *Erigeron annuus*, und *Rudbeckia laciniata* in den *Robinia*-Beständen. Die Deckung der Neophyten ist sehr hoch, sie machen die Hälfte der Gesamtdeckung aus.

## Ökologische Verhältnisse

Die Feuchtezahl ist relativ hoch (mittlere Feuchtezahl 5,3), die mittlere Stickstoffzahl erreicht mit 6,5 den höchsten Wert aller Einheiten. Auch die Lichtzahl ist erhöht (mittlere Lichtzahl 5,4). Das Gelände ist meist flach, nur einige wenige süd- bis südwestexponierte Standorte weisen ein starkes Gefälle (25–30°) auf.

## Lokales Vorkommen

Die Bestände wurden in der Innenstadt oder in sehr siedlungsnahen Gebieten gefunden. Sie befinden sich auf Seehöhen von 337–463 m.

### 4.1.5 Urbane Gebüsch (Tabelle 1, Spalte 5a und b)

#### Floristische und soziologische Struktur

Auch unter den Gebüsch ist es möglich, auf Grund der Struktur der Strauch- und Krautschicht zwei Gruppen zu unterscheiden: Die erste Gruppe, die *Ailanthus*-Gebüsch (Spalte 5a), weist eine sehr heterogene Strauchschicht auf (1 bis 12 Arten), in der mit wenigen Ausnahmen (*Robinia pseudacacia* bzw. *Buddleja davidii*) *Ailanthus* dominiert. In der zweiten Gruppe neophytenreicher Gebüsch (Spalte 5b) spielt *Paulownia tomentosa* in der Strauchschicht, die durchschnittlich von 7 Arten aufgebaut wird, eine größere Rolle. Gegen die *Ailanthus*-Gebüsch sind sie durch die Differentialarten *Paulownia tomentosa*, *Buddleja davidii*, *Populus tremula*, *Carpinus betulus*, *Salix purpurea*, *Fragaria vesca*, *Poa angustifolia* gut abgegrenzt. Ungewöhnlich selten ist *Sambucus nigra* in der Strauch- und Krautschicht anzutreffen. Die Verjüngung von *Ailanthus altissima* und den Lianen *Clematis vitalba*, *Hedera helix* und *Parthenocissus quinquefolia* ist sehr stark. Alle neophytischen Gehölzarten, die in der Strauchschicht etabliert sind, verjüngen sich generell sehr gut. Die Krautschicht ist ausgesprochen reich an nitrophilen und ruderalen Kräutern mit einem hohen Anteil an Neophyten. Auch die Moose sind mit erstaunlich hohen Artenzahlen vertreten. Die häufigsten Arten mit hohen Deckungswerten sind *Solidago canadensis*, *Urtica dioica*, *Potentilla indica* und *Calamagrostis epigejos*.

Vor allem Galio-Urticetea-Arten wie *Urtica dioica*, *Geum urbanum*, *Rubus caesius*, *Glechoma hederacea*, *Solidago gigantea*, *Lamium maculatum*, *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine* stellen wichtige Elemente für den Aufbau der Gebüsch-Einheiten. Nur wenige Arten wie *Crataegus monogyna*, *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* deuten auf die Ordnung *Prunetalia*. Eine eindeutige Zuordnung der ruderalen Gebüsch zu einer Vegetationsklasse ist mit unserem Material nicht möglich, da die Bestände physiognomisch Strauch- bis Vorwaldcharakter aufweisen, ihr Unterwuchs aber eher zu den ruderalen Unkrautfluren zu stellen wäre. Dieses Problem ergibt sich bei pflanzensoziologischen Studien mit neophytischen Gehölzen immer wieder (KLAUCK 1988).

**Tabelle 1:** Stetigkeitstabelle der 129 Aufnahme­flächen urbaner Gehölzvegetation aus der Stadt Graz und ihre Zuordnung zu den fünf Vegetationseinheiten: **1** mesophile Buchenwälder, **2** Eichen-Hainbuchen-Wälder, **3** thermophile Buchenwälder, **4** Monodominante Neophytenbestände **4a** Robinienbestände **4b** Götterbaumbestände, **5** Urbane Gebüsch­e **5a** *Ailanthus*-Gebüsch­e **5b** neophytenreiche Gebüsch­e mit *Paulownia tomentosa*.

Syntaxon-Nummer	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4a</b>	<b>4b</b>	<b>5a</b>	<b>5b</b>
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<b>Baumschicht (B)</b>							
<i>Robinia pseudacacia</i>	91	97	63	100	8	.	.
<i>Ailanthus altissima</i>	6	15	63	.	77	40	14
<i>Fagus sylvatica</i>	56	13	21	22	.	.	14
<i>Carpinus betulus</i>	50	49	5	22	.	.	14
<i>Quercus petraea</i> ssp. <i>petraea</i>	9	38	.	.	.	.	.
<i>Tilia cordata</i>	16	46	11	22	15	.	.
<i>Castanea sativa</i>	25	10	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	13	44	.	.	23	.	.
<i>Acer campestre</i>	.	31	5	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	16	56	47	67	15	.	.
<i>Juglans regia</i>	3	26	42	44	23	.	.
<i>Picea abies</i>	34	10	32	.	8	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	10	26	44	31	.	.
<i>Prunus avium</i>	19	8	11	33	15	.	.
<i>Acer platanoides</i>	9	5	.	22	23	.	.
<i>Ulmus glabra</i>	3	13	.	22	8	10	.
<i>Salix caprea</i>	13	.	.	22	.	10	.
<i>Betula pendula</i>	9	.	.	33	.	.	.
<i>Salix alba</i>	.	.	.	22	8	.	.
<i>Prunus padus</i>	.	.	.	33	.	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	.	.	.	11	8	.	.
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	.	.	.	.	15	.	.
<i>Prunus domestica</i>	.	8	.	11	8	.	.
<i>Quercus robur</i>	6	3	5	11	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	9	.	.	.	8	.	.
<i>Populus tremula</i>	6	.	.	11	.	20	.
<i>Vitis vinifera</i>	.	5	5	.	.	.	.
<i>Taxus baccata</i>	9	.	.	.	.	.	.
<i>Paulownia tomentosa</i>	3	.	.	.	8	10	.
<b>Strauchschicht (S)</b>							
<i>Fagus sylvatica</i>	59	15	26	.	8	.	14
<i>Carpinus betulus</i>	50	54	.	44	23	.	14
<i>Corylus avellana</i>	41	46	5	78	54	10	.
<i>Tilia cordata</i>	19	49	.	11	31	.	14
<i>Sambucus nigra</i>	59	72	84	78	62	20	14
<i>Hedera helix</i>	41	69	21	33	38	10	29
<i>Ailanthus altissima</i>	3	18	68	.	85	80	86
<i>Robinia pseudacacia</i>	38	38	26	22	23	20	57

Syntaxon-Nummer	1	2	3	4a	4b	5a	5b
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<i>Buddleja davidii</i>	.	.	5	.	.	20	86
<i>Paulownia tomentosa</i>	.	.	.	.	8	10	100
<i>Acer negundo</i>	.	.	.	11	15	.	29
<i>Salix caprea</i>	.	.	5	.	8	.	86
<i>Populus tremula</i>	.	.	5	.	.	10	57
<i>Deutzia scabra</i>	.	.	5	.	8	10	29
<i>Fraxinus excelsior</i>	13	41	21	56	31	20	.
<i>Juglans regia</i>	3	23	37	22	38	10	.
<i>Picea abies</i>	25	18	11	11	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	3	31	.	22	23	10	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	3	18	21	22	15	10	.
<i>Cornus sanguinea</i>	6	23	32	56	31	10	14
<i>Clematis vitalba</i>	3	3	26	.	38	20	.
<i>Prunus avium</i>	19	10	37	44	46	10	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	8	21	11	38	40	14
<i>Humulus lupulus</i>	6	.	11	22	38	.	.
<i>Euonymus europaeus</i>	6	3	5	78	46	.	.
<i>Prunus padus</i>	16	3	5	89	15	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	23	.	56	8	10	.
<i>Prunus domestica</i>	6	15	.	33	15	.	29
<i>Acer platanoides</i>	22	5	.	11	23	.	.
<i>Ulmus glabra</i>	13	8	.	11	15	10	14
<i>Viburnum lantana</i>	.	5	5	11	15	.	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	33	8	.	.
<i>Fallopia japonica</i>	.	.	.	.	.	30	.
<i>Vitis vinifera</i>	.	13	5	.	.	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	6	8	5	.	.	.	.
<i>Philadelphus coronarius</i>	.	10	5	.	8	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	13	.	5	.	8	10	.
<i>Malus domestica</i>	3	.	5	.	8	20	.
<i>Castanea sativa</i>	6	.	.	.	15	.	14
<i>Taxus baccata</i>	9	.	.	11	8	.	.
<i>Aesculus hippocastanum</i>	3	5	.	11	8	.	.
<i>Rosa</i> sp.	3	.	5	22	.	.	.
<i>Quercus petraea</i> ssp. <i>petraea</i>	6	5	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	3	.	5	.	8	.	.
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	.	.	.	.	15	20	.
<b>Krautschicht (K)</b>							
<i>Quercus robur</i>	72	15	37	67	.	20	14
<i>Taxus baccata</i>	53	5	5	11	15	10	.
<i>Castanea sativa</i>	38	10	.	.	8	.	29
<i>Oxalis acetosella</i>	59	.	.	.	.	.	.
<i>Maianthemum bifolium</i>	44	3	16	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	34	.	16	11	15	.	29

Syntaxon-Nummer	1	2	3	4a	4b	5a	5b
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<i>Dryopteris carthusiana</i> s.str.	34	.	26	.	.	.	.
<i>Rubus bifrons</i>	34	.	16	11	8	.	.
<i>Milium effusum</i>	22	8	.	11	.	10	14
<i>Anemone nemorosa</i>	28	.	5	11	.	.	.
<i>Lamium montanum</i>	28	.	.	.	.	.	14
<i>Carex brizoides</i>	25	.	.	.	15	.	.
<i>Quercus petraea</i> ssp. <i>petraea</i>	28	79	5	11	8	10	.
<i>Galeopsis pubescens</i>	.	51	16	.	8	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	.	49	5	.	.	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	6	56	26	.	8	10	.
<i>Campanula trachelium</i>	3	26	21	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	13	21	42	22	.	.	.
<i>Viola reichenbachiana</i>	6	15	32	33	8	.	.
<i>Ajuga reptans</i>	6	5	37	67	8	.	.
<i>Cyclamen purpurascens</i>	3	15	42	.	15	.	.
<i>Carex digitata</i>	3	15	32	.	.	.	.
<i>Asarum europaeum</i>	3	3	37	11	.	.	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	3	5	32	.	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	9	.	32	.	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i>	6	8	21	.	.	.	.
<i>Melica nutans</i>	3	.	26	.	.	10	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	3	.	26	11	.	.	.
<i>Symphytum tuberosum</i>	6	.	21	.	.	10	.
<i>Actaea spicata</i>	3	3	26	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	.	5	21	.	.	.	.
<i>Solidago gigantea</i>	3	.	37	.	.	20	43
<i>Viburnum lantana</i>	3	15	32	11	23	10	.
<i>Prunus padus</i>	28	5	11	78	15	10	.
<i>Circaea lutetiana</i>	9	.	16	22	23	.	14
<i>Viburnum opulus</i>	9	3	.	44	8	10	.
<i>Mycelis muralis</i>	9	5	26	.	.	30	29
<i>Potentilla indica</i>	19	3	5	33	31	60	71
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	16	.	15	90	71
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	16	.	8	30	86
<i>Solidago canadensis</i>	.	.	21	.	8	80	86
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	.	8	.	.	38	40	57
<i>Erigeron annuus</i>	.	5	26	.	8	30	86
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	.	40	86
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	40	71
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	50	57
<i>Geranium sibiricum</i>	.	.	5	.	.	40	57
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	50	43
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	40	43
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	.	20	71

Syntaxon-Nummer	1	2	3	4a	4b	5a	5b
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<i>Setaria viridis</i>	.	.	.	.	.	60	14
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	8	20	29
<i>Dactylis glomerata</i>	9	3	5	.	.	60	14
<i>Solanum nigrum</i>	.	.	.	.	.	50	29
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	.	.	.	50	29
<i>Silene vulgaris</i>	.	.	11	.	8	20	14
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	.	8	40	.
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>junceae</i>	.	.	5	.	8	20	14
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	11	.	8	30	29
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	.	30	71
<i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.	20	71
<i>Paulownia tomentosa</i>	.	.	.	.	.	.	71
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	57
<i>Buddleja davidii</i>	.	.	.	.	.	10	71
<i>Fragaria vesca</i>	3	10	21	.	8	10	71
<i>Deutzia scabra</i>	.	.	.	.	8	.	57
<i>Populus tremula</i>	6	3	5	11	.	10	71
<i>Salix purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	57
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	10	43
<i>Oxalis stricta</i>	.	.	.	.	8	10	43
<i>Chenopodium album</i>	.	.	.	.	.	40	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	5	.	.	30	14
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	15	30	14
<i>Agropyron repens</i>	.	.	.	.	.	20	29
<i>Plantago major</i>	.	.	.	.	.	20	29
<i>Urtica dioica</i>	63	77	68	56	69	80	71
<i>Geum urbanum</i>	50	77	63	100	69	40	71
<i>Galium aparine</i>	38	26	47	44	8	20	14
<i>Aegopodium podagraria</i>	38	10	16	11	31	20	.
<i>Impatiens parviflora</i>	78	59	84	56	46	20	29
<i>Galeopsis speciosa</i>	56	10	21	44	23	20	14
<i>Hedera helix</i>	91	100	68	78	85	40	71
<i>Fraxinus excelsior</i>	72	95	68	89	54	10	57
<i>Euonymus europaeus</i>	44	82	32	100	77	20	.
<i>Alliaria petiolata</i>	34	92	32	89	62	20	.
<i>Sambucus nigra</i>	84	90	47	78	62	50	43
<i>Robinia pseudacacia</i>	69	77	53	11	15	20	43
<i>Juglans regia</i>	41	95	47	44	31	20	.
<i>Acer campestre</i>	22	74	84	44	38	10	43
<i>Corylus avellana</i>	50	56	16	56	46	.	14
<i>Salvia glutinosa</i>	16	69	68	.	8	.	.
<i>Chelidonium majus</i>	31	51	5	11	15	60	.
<i>Prunus domestica</i>	13	51	5	22	62	.	43
<i>Ligustrum vulgare</i>	3	59	37	44	15	10	.

Syntaxon-Nummer	1	2	3	4a	4b	5a	5b
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<i>Fallopia convolvulus</i>	6	41	47	.	.	10	14
<i>Fagus sylvatica</i>	69	23	79	44	23	20	29
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	19	44	63	67	38	30	14
<i>Clematis vitalba</i>	3	46	63	11	38	60	71
<i>Ailanthus altissima</i>	3	21	68	.	85	70	71
<i>Prunus avium</i>	72	59	68	56	46	10	43
<i>Carpinus betulus</i>	75	69	42	33	31	10	86
<i>Acer pseudoplatanus</i>	66	38	63	44	69	30	71
<i>Acer platanoides</i>	50	56	21	44	54	30	71
<i>Ulmus glabra</i>	38	49	21	44	15	20	57
<i>Cornus sanguinea</i>	9	38	42	44	23	30	14
<i>Rubus</i> sp. (sect. <i>Rubus</i> )	34	36	32	11	15	.	14
<i>Lamium maculatum</i>	19	38	32	33	8	40	.
<i>Tilia cordata</i>	34	38	5	11	23	.	43
<i>Carex sylvatica</i>	38	.	42	67	23	20	29
<i>Rubus caesius</i>	.	5	26	44	62	40	14
<i>Tilia platyphyllos</i>	22	3	21	22	15	10	29
<i>Crataegus monogyna</i>	.	26	16	22	23	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	16	10	11	33	8	10	14
<i>Picea abies</i>	19	3	16	11	.	.	57
<i>Geranium robertianum</i>	.	13	21	.	8	10	43
<i>Rosa</i> sp.	9	10	5	22	15	10	14
<i>Stellaria media</i>	16	8	11	.	15	10	14
<i>Carex spicata</i>	.	21	11	.	8	.	29
<i>Heracleum sphondylium</i>	3	15	11	.	15	20	.
<i>Rubus styriacus</i>	6	3	11	11	8	20	14
<i>Knautia drymeia</i>	9	5	16	.	.	10	14
<i>Aesculus hippocastanum</i>	6	5	.	22	15	.	29
<i>Ilex aquifolium</i>	16	3	5	11	8	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	13	11	.	.	.	14
<i>Viola hirta</i>	3	13	11	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	6	.	11	.	15	.	29
<i>Luzula luzuloides</i>	16	.	11	.	.	.	.
<i>Ribes rubrum</i>	6	3	5	22	.	.	.
<i>Rubus montanus</i>	.	3	5	.	8	.	14
<i>Vitis vinifera</i>	.	10	5	.	.	.	14
<i>Acer negundo</i>	6	.	.	.	15	.	29
<i>Campanula rapunculoides</i>	.	10	5	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>	16	.	5	.	8	.	.
<i>Dryopteris dilatata</i>	19	.	5	.	.	.	.
<i>Viola</i> sp.	9	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	9	.	.	.	.	.	.
<i>Viola riviniana</i>	6	23	5	.	.	.	14
<i>Lunaria annua</i>	.	15	.	.	.	.	.

Syntaxon-Nummer	1	2	3	4a	4b	5a	5b
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<i>Ballota nigra</i>	.	13	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis ovata</i>	.	10	.	.	.	.	.
<i>Galium sylvaticum</i>	.	8	.	.	.	.	.
<i>Torilis japonica</i>	.	3	16	.	.	.	.
<i>Lathyrus vernus</i>	.	.	16	.	8	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	3	.	16	.	.	.	.
<i>Cardamine impatiens</i>	3	.	11	.	.	.	.
<i>Rubus ser. Glandulosi</i>	3	.	11	.	.	.	.
<i>Humulus lupulus</i>	3	3	5	.	23	.	.
<i>Impatiens glandulifera</i>	3	.	5	11	15	.	.
<i>Fallopia japonica</i>	3	.	.	.	23	10	.
<i>Galium aparine</i> agg.	.	3	.	11	8	.	.
<i>Rubus</i> sect. <i>Corylifolii</i>	3	3	.	11	8	.	.
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	.	.	10	29
<i>Stachys sylvatica</i>	3	.	5	.	8	20	.
<i>Calystegia sepium</i>	3	.	.	.	.	20	14
<i>Malus domestica</i>	.	.	.	.	8	10	29
<i>Sorbus aucuparia</i>	3	3	5	.	.	10	29
<i>Betula pendula</i>	6	.	.	.	.	.	43
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	5	.	.	10	29
<i>Campanula</i> sp.	.	3	5	.	.	20	.
<i>Arctium lappa</i>	.	3	.	.	.	30	.
<i>Geranium pyrenaicum</i>	.	.	.	.	.	30	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	.	.	.	.	30	.
<i>Carex hirta</i>	.	.	.	.	.	10	29
<i>Linaria vulgaris</i>	.	.	.	.	.	20	14
<i>Melilotus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	43
<i>Lolium multiflorum</i>	.	.	.	.	8	20	.
<i>Solanum nigrum</i> ssp. <i>schultesii</i>	.	.	.	.	.	20	14
<i>Salix alba</i>	.	.	.	.	.	10	29
<i>Verbascum</i> sp.	.	3	.	.	.	10	14
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	5	.	.	.	29
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	.	10	29
<i>Digitaria sanguinalis</i>	.	.	.	.	.	20	14
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	8	.	29
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	20	14
<i>Polygonum aviculare</i>	.	.	.	.	.	20	14
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	8	20	.
<i>Ranunculus acris</i>	3	.	.	.	.	10	14
<i>Verbascum thapsus</i>	.	.	.	.	.	20	14
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	11	.	.	.	29
<i>Veronica chamaedrys</i> ssp. <i>chamaedrys</i>	.	8	5	.	.	.	.
<i>Corydalis solida</i>	6	.	5	.	.	.	.
<i>Carex remota</i>	3	.	.	11	.	.	14

Syntaxon-Nummer	1	2	3	4a	4b	5a	5b
Anzahl Aufnahmen	32	39	19	9	13	10	7
<i>Symphoricarpos albus</i>	6	.	.	.	8	.	.
<i>Poa stiriaca</i>	.	5	.	.	.	10	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	.	5	.	.	.	14
<i>Rubus clusii</i>	3	.	.	11	.	.	14
<i>Berberis vulgaris</i>	.	3	5	.	8	.	.
<i>Symphytum officinale</i>	3	.	.	11	.	10	.
<i>Viola collina</i>	.	3	5	.	8	.	.

#### Moosschicht (M)

<i>Amblystegium serpens</i>	.	5	16	.	8	.	14
<i>Atrichum undulatum</i>	3	3	.	11	8	10	.
<i>Barbula unguiculata</i>	.	.	.	.	8	30	29
<i>Brachythecium rutabulum</i>	3	.	16	11	15	10	43
<i>Brachythecium velutinum</i>	3	3	.	.	8	.	.
<i>Bryum argenteum</i>	.	.	.	.	.	30	14
<i>Bryum capillare</i>	.	3	.	.	.	10	14
<i>Bryum caespiticium</i>	.	.	.	.	.	10	29
<i>Eurhynchium angustirete</i>	3	.	11	.	8	.	29
<i>Eurhynchium hians</i>	3	5	5	.	8	.	.
<i>Fissidens taxifolius</i>	6	.	.	22	.	.	.
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	3	.	5	.	8	.	14
<i>Plagiomnium undulatum</i>	3	.	.	.	8	.	14
<i>Polytrichum formosum</i>	6	.	.	.	.	10	.

Nur ein oder zweimal kommen vor: in **Spalte 1, B:** *Corylus avellana*, *Pinus sylvestris*, *Prunus serotina*, **S:** *Ilex aquifolium*, *Prunus serotina*, *Prunus spinosa*, *Sorbus aucuparia*, *Symphoricarpos albus*, *Ulmus minor*, **K:** *Adoxa moschatellina*, *Caltha palustris*, *Chaerophyllum temulum*, *Dryopteris carthusiana* agg., *Festuca gigantea*, *Gentiana asclepiadea*, *Helleborus dumetorum*, *Hieracium murorum*, *Hieracium racemosum*, *Lamium album*, *Laser trilobum*, *Mercurialis perennis*, *Parthenocissus inserta*, *Persicaria maculosa*, *Polypodium vulgare*, *Polystichum aculeatum*, *Prunus serotina*, *Pteridium aquilinum*, *Ribes uva-crispa*, *Scutellaria altissima*, *Senecio sylvaticus*, *Ulmus minor*, *Veronica hederifolia*, **M:** *Plagiothecium succulentum*, *Thuidium tamariscinum*, **Spalte 2, B:** *Pyrus communis* agg., *Aesculus hippocastanum*, *Quercus rubra*, *Larix decidua*, **S:** *Rosa canina* s.str. (= sensu LGM), *Pyrus communis*, *Sorbus torminalis*, **K:** *Veratrum nigrum*, *Fallopia baldschuanica*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Galium sylvaticum* agg., *Pyrus communis*, *Rubus constrictus*, *Sorbus aria*, *Crataegus* sp., *Quercus rubra*, *Daphne mezereum*, *Polypodium vulgare*, *Philadelphus coronarius*, *Geranium robertianum* agg., *Vinca minor*, **M:** *Rhynchostegium rotundifolium*, **Spalte 3, B:** *Clematis vitalba*, *Parthenocissus inserta*, *Populus nigra*, **S:** *Alnus incana*, *Fallopia convolvulus*, *Larix decidua*, *Parthenocissus inserta*, *Quercus cerris*, *Sambucus racemosa*, **K:** *Abies alba*, *Arabis turrita*, *Aruncus dioicus*, *Aster novae-angliae*, *Calamintha menthifolia*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chamaecytisus supinus*, *Cornus mas*, *Daphne mezereum*, *Dryopteris carthusiana* agg., *Euphorbia cyparissias*, *Galium mollugo*, *Galium odoratum*, *Hieracium sabaudum*, *Juncus effusus*, *Larix decidua*, *Laser trilobum*, *Lathyrus niger*, *Lilium martagon*, *Melampyrum nemorosum*, *Parthenocissus inserta*, *Petasites albus*, *Pteridium aquilinum*, *Pulmonaria officinalis* agg., *Quercus pubescens* s.lat., *Quercus pubescens* s.str., *Ranunculus repens*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa micrantha*, *Rubus grabowskii*, *Stellaria nemorum* s.str., *Tanacetum corymbosum*, *Ulmus minor*, *Veronica* sp., **M:** *Anomodon attenuatus*, *Brachythecium salebrosum*, *Lophocolea heterophylla*, *Mnium spinosum*, *Rhynchostegium rotundifolium*, *Scleropodium purum*, **Spalte 4a, B:** *Populus nigra*, **S:** *Ulmus laevis*, **K:** *Abies*



*alba*, *Cardamine amara*, *Primula vulgaris*, *Quercus rubra*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa multiflora*, **M:** *Lophocolea heterophylla*, *Plagiothecium spec.* **Spalte 4b, B:** *Acer negundo*, *Populus canadensis*, *Salix fragilis* agg., *Ulmus laevis* **S:** *Alnus glutinosa*, *Frangula alnus*, *Malus domestica*, *Sambucus racemosa*, *Ulmus laevis*, **K:** *Cotoneaster integerrimus*, *Deschampsia cespitosa*, *Equisetum arvense*, *Frangula alnus*, *Philadelphus coronarius*, *Phyteuma spicatum*, *Poa trivialis*, *Quercus pubescens* s.str., *Ranunculus ficaria*, *Rosa canina* s.latiss., *Rubus nessensis*, *Rudbeckia laciniata*, *Scrophularia nodosa*, *Sisymbrium strictissimum*, *Solanum dulcamara*, *Syringa vulgaris*, *Ulmus laevis*, **M:** *Bryum rubens*, *Scleropodium purum*, **Spalte 5a, S:** *Catalpa bignonioides*, *Viburnum opulus*, **K:** *Amaranthus albus*, *Anthemis* sp., *Arrhenatherum elatius*, *Artemisia vulgaris* agg., *Asplenium ruta-muraria*, *Capsella bursa-pastoris*, *Carex* sp., *Catalpa bignonioides*, *Centaurea pseudophrygia*, *Cirsium oleraceum*, *Citrullus lanatus*, *Crataegus pedicellata*, *Crepis biennis*, *Echinochloa crus-galli*, *Epilobium montanum*, *Equisetum arvense*, *Galium lucidum*, *Helianthus annuus*, *Lysimachia nummularia*, *Malus sylvestris*, *Origanum vulgare*, *Oxalis corniculata*, *Oxalis dillenii*, *Pastinaca sativa*, *Physalis alkekengi*, *Poa annua*, *Populus nigra*, *Portulaca oleracea*, *Prunella vulgaris*, *Scutellaria altissima*, *Senecio sylvaticus*, *Senecio vulgaris*, *Silene nutans* s.lat., *Solanum lycopersicum*, *Trifolium dubium*, *Trifolium repens*, *Tripleurospermum inodorum*, *Verbena officinalis*, *Veronica hederifolia* agg., **M:** *Barbula convoluta*, *Bryum* sp., *Ceratodon purpureus*, *Dicranella heteromalla*, *Didymodon fallax* **Spalte 5b, K:** *Amelanchier* sp., *Artemisia vulgaris*, *Avenella flexuosa*, *Catalpa bignonioides*, *Cotoneaster horizontalis*, *Daucus carota*, *Echinochloa crus-galli*, *Epilobium angustifolium*, *Frangula alnus*, *Galinsoga parviflora*, *Galium lucidum*, *Juncus effusus*, *Juncus tenuis*, *Lepidium virginicum*, *Luzula multiflora* s.str., *Pastinaca sativa*, *Petasites paradoxus*, *Potentilla argentea*, *Potentilla norvegica*, *Rosa canina* s.lat. (= agg.), *Rumex crispus*, *Scrophularia nodosa*, *Silene latifolia*, *Silene nutans* s.lat., *Thuja occidentalis*, *Tussilago farfara*, *Weigela florida*, **M:** *Bryum* sp., *Calliergonella cuspidata*, *Ceratodon purpureus*, *Cirriphyllum piliferum*, *Didymodon vinealis*, *Entodon concinnus*, *Homalothecium lutescens*, *Homalothecium sericeum*, *Hylocomium splendens*, *Thuidium tamariscinum*.

## Neophyten

In der Strauchschicht kommen neben den bereits genannten Arten *Ailanthus altissima* und *Robinia pseudacacia* noch *Paulownia tomentosa*, *Buddleja davidii*, *Parthenocissus quinquefolia* und vereinzelt *Acer negundo* hinzu. In der Krautschicht sind außerdem *Solidago canadensis*, *Potentilla indica*, *Erigeron annuus*, *Conyza canadensis*, *Geranium sibiricum*, *Solidago gigantea* und *Oxalis stricta* reichlich vorhanden.

## Ökologische Verhältnisse

Die *Ailanthus*-Gebüsche weisen mit einer mittleren Lichtzahl von 6,6 etwas höhere Werte auf als die neophytenreichen Gebüsche (mittlere Lichtzahl 6,2). Die Temperaturzahlen (mittlere Temperaturzahl 6,0 bzw. 5,7) verhalten sich ähnlich. Insgesamt sind beide Gebüschtypen durch die höchsten mittleren Licht- und Temperaturzahlen ausgezeichnet. Die urbanen Böden (oft Schüttungs- oder Deponieböden) sind je nach Beschattung der umgebenden Häuser von mäßig trocken bis mäßig frisch einzustufen. Die kleinklimatischen und edaphischen Verhältnisse sind in den einzelnen Arealen jedoch recht divers.

## Lokales Vorkommen

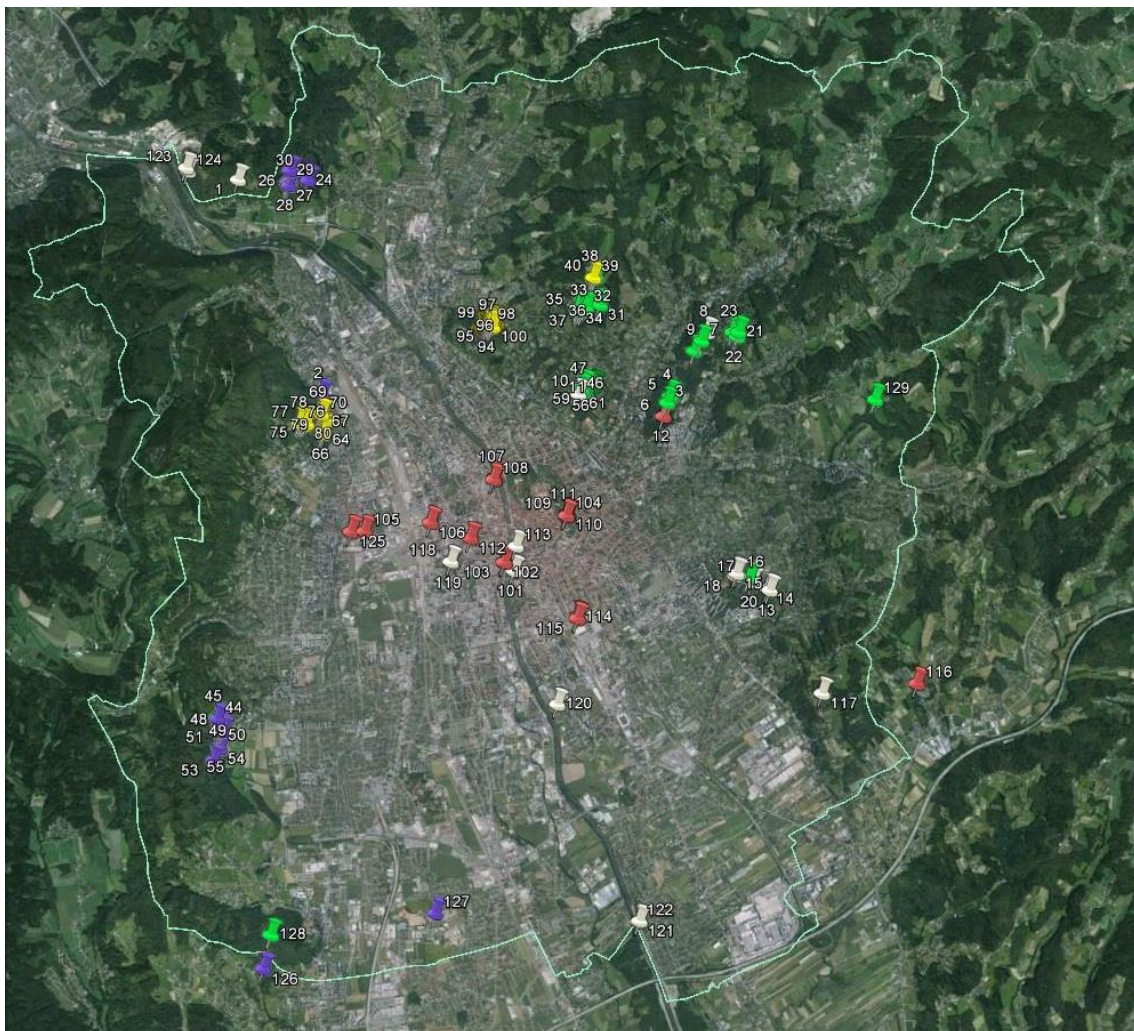
Es handelt sich um Pionierstandorte auf Brachflächen in der Innenstadt und junge Kahlschlagflächen am Stadtrand. Die Bestände sind nur wenige Jahre alt, der anthropogene Einfluss ist sehr stark. Auch wenn sie häufig umzäunt sind, gibt es immer wieder Spuren menschlicher Aktivität, meist in Form von zurückgelassenem Müll. Nach DIERSCHKE (2005) ist ein dichter Bestand von *Hedera helix* in der Krautschicht als Indikator für Störungen (Ruderalisierungseffekt, Müllablagerung, Auflichtung etc.) anzusehen.

## Bewirtschaftung

Die Bewirtschaftung auf den urbanen Brachflächen ist unterschiedlich. Entweder es gibt keine Maßnahmen, dann können sich die Bestände zu Gebüschern entwickeln, oder die Gehölze werden in regelmäßigen Abständen entfernt.

### 4.2. Die räumliche Verteilung der Vegetationseinheiten

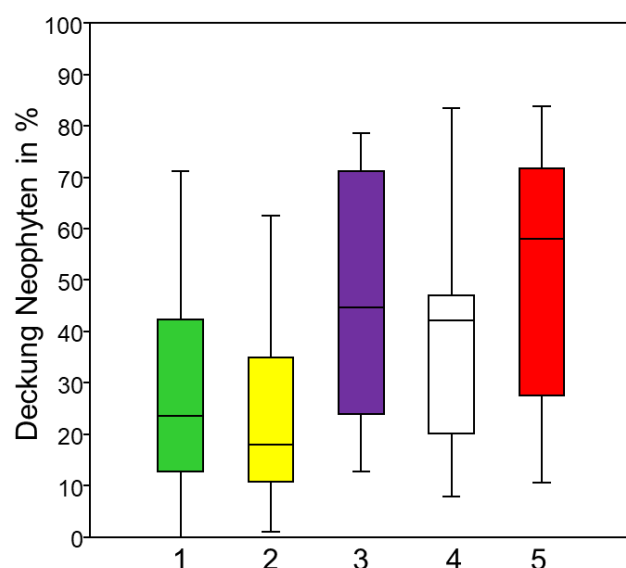
Im kühlen Osten finden sich die mesophilen Buchenwälder mit vergleichsweise geringem Neophytenanteil. Der Westen, vor allem die Süd- und Südosthänge sind besonders wärmebegünstigt. Die Eichen-Hainbuchenwälder finden sich an südexponierten Hängen mit trockenem Klima. Das innerstädtische Becken weist ein typisches Stadtklima mit einem Wärmeinseleffekt auf. Hier finden sich die neophytenreichen Bestände. Die räumliche Verteilung ist in Abbildung 1 zu sehen.



**Abb. 1:** Verteilung der 129 Aufnahmeflächen auf den Raum Graz und ihre Zuordnung zu den fünf Vegetationseinheiten: grün = mesophile Buchenwälder, gelb = Eichen-Hainbuchen-Wälder, violett = thermophile Buchenwälder, weiß = Neophytengesellschaften, rot = urbane Gebüsch.

### 4.3 Häufigkeit und Deckung von Neophyten

Der Deckungswert ist ein Maß für die Dominanz einer Art in einem Bestand. In Abbildung 2 sind die Deckungswerte der neophytischen Arten der fünf beschriebenen Vegetationseinheiten dargestellt. Die mittleren Neophytendeckungswerte in den mesophilen Buchenwäldern und den Eichen-Hainbuchenwäldern sind vergleichsweise hoch mit 15 bis 25 %, steigen aber bei den thermophilen Buchenwäldern schon auf über 40 % an. Ebenso hoch sind sie in den monodominanten Neophytengesellschaften, am höchsten in den jungen urbanen Gebüsch.



**Abb. 2:** Die Deckungswerte der Neophyten in % der fünf Vegetationseinheiten. (1) grün = mesophile Buchenwälder, (2) gelb = Eichen-Hainbuchen-Wälder, (3) violett = thermophile Buchenwälder, (4) weiß = Neophytengesellschaften, (5) rot = urbane Gebüsch.

In Tabelle 2 sind die Mittelwerte der Gesamtdeckung, der Deckungen der Baumschicht und der Neophyten zusammengefasst. Insgesamt sind die Aufnahmeflächen für Gehölzvegetation auffallend gering bedeckt, die Gesamtdeckung schwankt um 80 %. Die Baumschicht ist selbst in den waldähnlichen Einheiten 1–4 vergleichsweise licht. In den thermophilen Buchenwäldern sind die Neophyten maßgeblich an der Deckung der Baumschicht beteiligt. In den urbanen Gebüsch ist eine Baumschicht noch nicht gut entwickelt, was sich in deren geringen Deckungswerten ausdrückt.

**Tabelle 2:** Die mittleren Deckungswerte der fünf pflanzensoziologischen Einheiten. Alle Angaben in %.

	Deckung (%)		
	Gesamt	Baumschicht	Neophyten
Mesophile Buchenwälder	83	52	28
Eichen-Hainbuchenwälder	78	46	22
Thermophile Buchenwälder	85	50	47
Neophytengesellschaften	79	40	41
Urbane Gebüsch	82	11	53

Von den 48 gefundenen neophytischen Arten weisen in den 129 genommenen Aufnahmen nur wenige Arten eine hohe Stetigkeit auf. Die häufigste Art ist *Robinia pseudacacia*, gefolgt von *Impatiens parviflora*. Nur 9 Arten sind in über 10 % der Aufnahmen vertreten. Die Hälfte aller Neophyten wurde nur in ein bis zwei Aufnahmen gefunden (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Auflistung der gefundenen Neophyten mit Frequenz und Stetigkeitswerten. Gehölze sind fett gedruckt.

		Frequenz absolut	Stetigkeit (%)			Frequenz absolut	Stetigkeit (%)
1	<b><i>Robinia pseudacacia</i></b>	105	81,4	25	<b><i>Parthenocissus inserta</i></b>	2	1,6
2	<i>Impatiens parviflora</i>	79	61,2	26	<b><i>Quercus rubra</i></b>	2	1,6
3	<b><i>Ailanthus altissima</i></b>	51	39,5	27	<b><i>Catalpa bignonioides</i></b>	2	1,6
4	<i>Potentilla indica</i>	26	20,2	28	<i>Lepidium virginicum</i>	2	1,6
5	<i>Solidago canadensis</i>	19	14,7	29	<i>Juncus tenuis</i>	2	1,6
6	<i>Erigeron annuus</i>	17	13,2	30	<b><i>Weigela florida</i></b>	2	1,6
7	<b><i>Parthenocissus quinquefolia</i></b>	16	12,4	31	<i>Helianthus annuus</i>	2	1,6
8	<b><i>Aesculus hippocastanum</i></b>	14	10,9	32	<i>Oxalis dillenii</i>	2	1,6
9	<i>Solidago gigantea</i>	13	10,1	33	<i>Oxalis corniculata</i>	2	1,6
10	<b><i>Paulownia tomentosa</i></b>	12	9,3	34	<b><i>Prunus serotina</i></b>	1	0,8
11	<b><i>Buddleja davidii</i></b>	9	7,0	35	<i>Fallopia baldschuanica</i>	1	0,8
12	<i>Geranium sibiricum</i>	9	7,0	36	<i>Aster novae-angliae</i>	1	0,8
13	<i>Conyza canadensis</i>	9	7,0	37	<b><i>Rosa multiflora</i></b>	1	0,8
14	<b><i>Acer negundo</i></b>	7	5,4	38	<b><i>Syringa vulgaris</i></b>	1	0,8
15	<i>Fallopia japonica</i>	7	5,4	39	<i>Rudbeckia laciniata</i>	1	0,8
16	<b><i>Deutzia scabra</i></b>	7	5,4	40	<b><i>Populus canadensis</i></b>	1	0,8
17	<b><i>Ribes rubrum</i></b>	6	4,7	41	<i>Solanum villosum</i>	1	0,8
18	<i>Lunaria annua</i>	6	4,7	42	<i>Galinsoga parviflora</i>	1	0,8
19	<i>Impatiens glandulifera</i>	5	3,9	43	<b><i>Cotoneaster horizontalis</i></b>	1	0,8
20	<i>Oxalis stricta</i>	5	3,9	44	<b><i>Thuja occidentalis</i></b>	1	0,8
21	<b><i>Symphoricarpos albus</i></b>	4	3,1	45	<b><i>Crataegus pedicellata</i></b>	1	0,8
22	<i>Geranium pyrenaicum</i>	3	2,3	46	<i>Amaranthus albus</i>	1	0,8
23	<i>Lolium multiflorum</i>	3	2,3	47	<i>Solanum lycopersicum</i>	1	0,8
24	<i>Scutellaria altissima</i>	2	1,6	48	<i>Citrullus lanatus</i>	1	0,8

#### 4.4 Artenzahlen

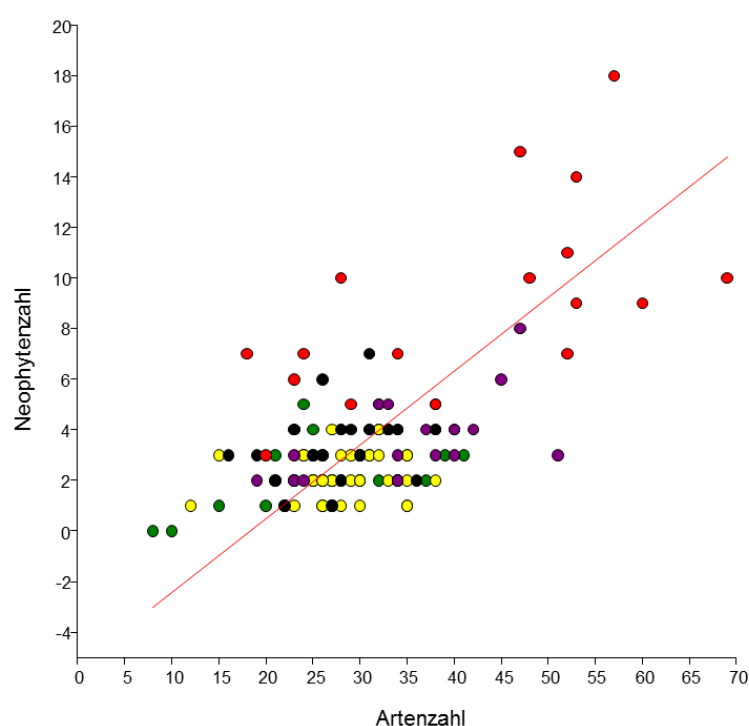
Insgesamt wurden 358 Arten an Gefäßpflanzen und Kryptogamen erhoben, darunter sind 48 Neophyten, wovon 22 Arten neophytische Gehölze sind. In den urbanen Gebüschten wurden die meisten Neophyten (35 Arten) gefunden, dort beträgt ihr Anteil am Artenspektrum über 16 %. Die Neophytengesellschaften liegen mit 13,6 % (19 Arten) knapp dahinter. In den mesophilen Buchenwäldern sind etwa 10 % (15 Arten) der Arten neophytisch. Etwas weniger mit 9,2 % (11 Arten) macht der prozentuelle Anteil in den Eichen-Hainbuchenwäldern aus. Die thermophilen Buchenwälder weisen nur 8,1 % (14 Arten) an Neophyten auf (Tabelle 4). Die meisten Arten sind in den innerstädtischen urbanen Gebüschten zu finden, die Eichen-Hainbuchenwälder weisen die

geringsten Artenzahlen auf. In den einzelnen Gruppen dieser Vegetationseinheiten schwanken die Artenzahlen und die Anzahl der neophytischen Arten sehr stark. Stabiler sind die mittleren Artenzahlen: auf eine Aufnahme­fläche (100 m<sup>2</sup>) kommen im Schnitt 28 Arten. Nur die artenreichen wärmeliebenden Buchenwälder mit 34 Arten und urbanen Gebüsche mit 42 Arten weisen höhere Zahlen auf (Tabelle 4). Der Anteil von Arten, die im Datensatz nur einmal vorkommen, ist in allen Einheiten sehr hoch und belegt die Heterogenität des Aufnahmema­terials (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Gesamtartenzahlen der Vegetationseinheiten, Anzahl der Neophyten sowie die Anzahl der Arten mit nur einem Vorkommen. Die Prozentangaben in Klammern sind die relativen Artenzahlen. AN = Anzahl der Aufnahmen; mAZ = mittlere Artenzahl und Gesamt = Gesamtartenzahl. Singletons = Arten, die nur einmal im Datensatz auftreten.

	AN	mAZ	Gesamt	Neophyten	Singletons
Mesophile Buchenwälder	32	28	150	15 (10 %)	78 (52,0 %)
Eichen-Hainbuchenwälder	29	28	120	11 (9,2 %)	47 (39,2 %)
Thermophile Buchenwälder	19	34	172	14 (8,1 %)	99 (57,6 %)
Neophyten-gesellschaften	22	28	140	19 (13,6 %)	83 (59,3 %)
Urbane Gebüsche	17	42	218	35 (16,1 %)	99 (45,4 %)

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl an Neophyten und der Gesamt­Artenzahl einer Aufnahme (Abb. 3). Artenreiche Bestände weisen auch eine höhere Anzahl an Neophyten auf. In den meisten Aufnahmen kommen zwischen 2 und 4 neophytische Arten vor.

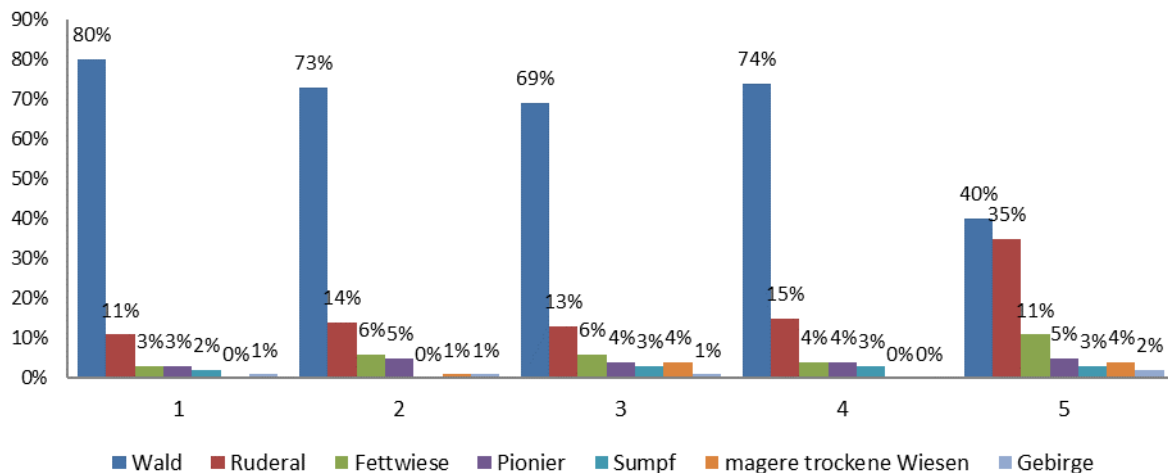


**Abb. 3:** Linearer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Neophyten und der Gesamtartenzahl je 100 m<sup>2</sup> Aufnahme­fläche, n=129.  
grün = mesophile Buchenwälder,  
gelb = Eichen-Hainbuchen-Wälder,  
violett = thermophile Buchenwälder,  
rot = urbane Gebüsche.



#### 4.5 Aus welchen Lebensräumen stammen die Arten der urbanen Gehölzvegetation?

Die Arten wurden nach LANDOLT et al. (2010) nach ihrer schwerpunktmäßigen Verteilung einem Lebensraumtyp („ökologische Gruppe“) zugewiesen: Wald, Ruderalstandorte, Fettwiesen, Pionierstandorte, Sumpf, magere trockene Wiesen und Gebirge. Diese geben eine Einteilung der Standorte wieder, an denen die Arten vorwiegend vorkommen. Abbildung 4 zeigt die Zugehörigkeit der Arten zu den jeweiligen Lebensraumtypen für die fünf pflanzensoziologischen Einheiten.

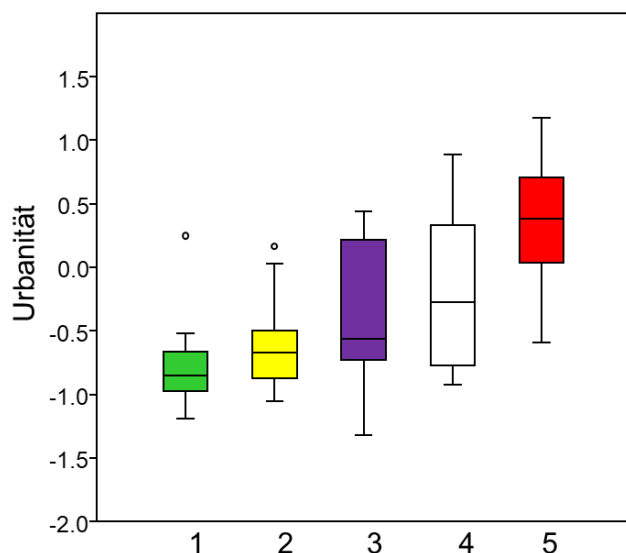


**Abb. 4:** Prozentuelle Verteilung der Artengruppen verschiedener Lebensraumtypen in den pflanzensoziologischen Einheiten: 1 = Mesophile Buchenwälder, 2 = Eichen-Hainbuchenwälder, 3 = Thermophile Buchenwälder, 4 = Monodominante Neophytenbestände, 5 = Urbane Gebüsche.

Die mesophilen Buchenwälder haben den höchsten, die urbanen Gebüsche den kleinsten Anteil an Waldarten. Umgekehrt verhält es sich dagegen mit den ruderalen Arten. Arten der mageren trockenen Wiesen fehlen aufgrund des schattigeren Waldinnenklimas in den mesophilen Buchenwäldern. Der Anteil an ruderalen Arten ist vergleichsweise gering. In den Eichen-Hainbuchenwäldern liegt eine ähnliche Verteilung vor. Jedoch zeigt sich bei Arten der mageren trockenen Wiesen, der Fettwiesen sowie der Pionierarten eine eindeutige Zunahme, wobei die Sumpfsarten aufgrund des trockenen Klimas ganz verschwinden. Die thermophilen Buchenwälder weisen einen deutlich höheren Anteil an Arten der mageren trockenen Wiesen und der Fettwiesen auf. Die Waldarten gehen zurück. Die monodominanten Neophytengesellschaften sind überraschenderweise ähnlich aufgebaut wie die mesophilen Buchenwälder, nur der Anteil an Ruderalarten ist höher. In den urbanen Gebüschen, die sich durch einen hohen Neophytenanteil auszeichnen, steigt der Anteil an ruderalen Arten an (35 %). Zudem sind auch Arten der Fettwiesen stärker vertreten. Die Waldarten treten hier eindeutig in den Hintergrund. In allen Vegetationseinheiten haben die Pionierarten in etwa denselben Anteil (3–5 %).

#### 4.6 Urbanität

Jeder Art wird von WITTIG et al. (1985) ein Urbanitätswert nach ihrem Verbreitungsschwerpunkt in siedlungsnahen bis siedlungsfernen Standorten zugeordnet. Für unsere Berechnungen wurden die Werte -2 (urbanophob) bis +2 (urbanophil) vergeben. Urbanoneutrale Arten erhalten eine 0, mäßig urbanophile Arten 1 und mäßige urbanophobe Arten -1. Der überwiegende Teil der gefundenen Arten verhält sich mäßig urbanophob (36 %) bis urbanoneutral (26 %). Urbanophob verhalten sich immer noch knapp 17 %, mäßig urbanophil sind nur noch 9 %. Nur ein sehr kleiner Teil verhält sich urbanophil (2 %). Viele Neophyten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in besiedeltem Gebiet, über 40 % der gefundenen Neophyten verhalten sich mäßig urbanophil, 24 % urbanoneutral und 14 % urbanophil. Zu letzterem zählen *Ailanthus altissima*, *Buddleja davidii* und *Paulownia tomentosa*. Überraschenderweise zeigen 19 % ein mäßig urbanophobes Verhalten, das sind jene Arten, welche auch in Waldökosystemen vorkommen wie beispielsweise *Impatiens parviflora*, *Robinia pseudacacia*, oder *Solidago gigantea*. Nur eine neophytische Art, *Juncus tenuis*, gilt als urbanophob.

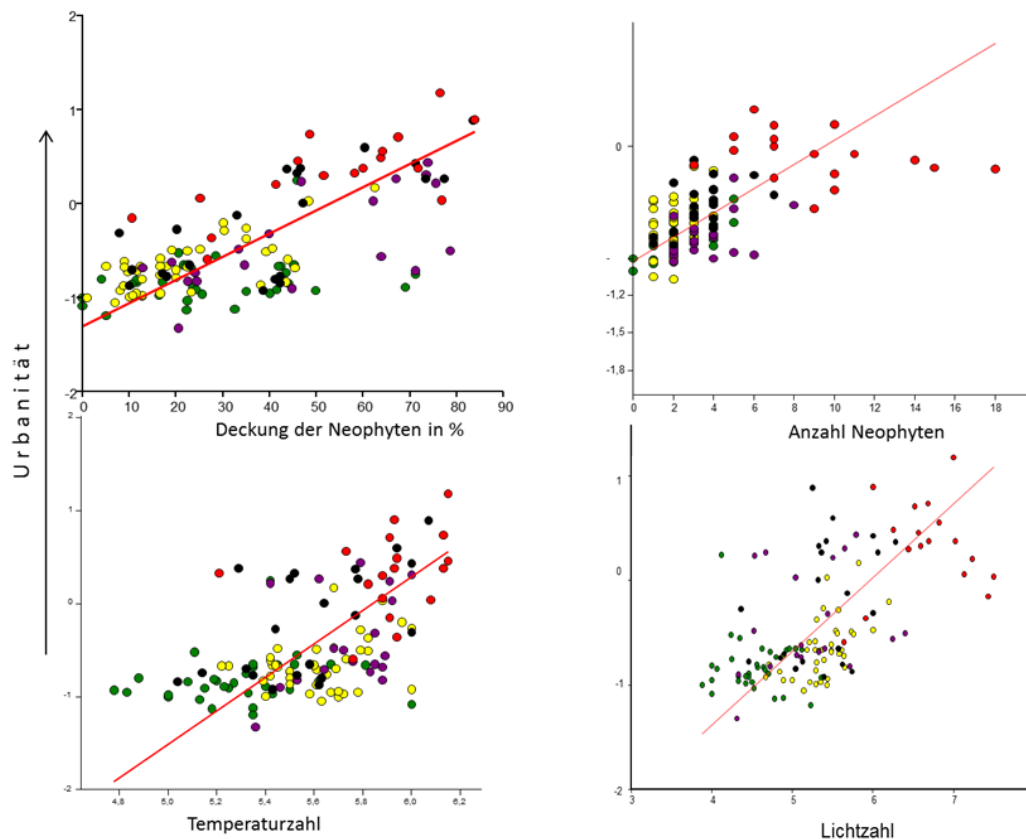


**Abb. 5:** Urbanitätswerte der Vegetations-einheiten.

- (1) grün = mesophile Buchenwälder,
- (2) gelb = Eichen-Hainbuchen-Wälder,
- (3) violett = thermophile Buchenwälder,
- (4) weiß = Neophytengesellschaften,
- (5) rot = urbane Gebüsche.

Innerhalb der pflanzensoziologischen Einheiten ist ein gradueller Anstieg der Urbanitätswerte zu erkennen (Abb. 5). Die mesophilen Buchenwälder haben die geringsten Urbanitätswerte, etwas höher ist er bei den Eichen-Hainbuchen-Wäldern. Noch höher liegt er bei den thermophilen Buchenwäldern, hier machen sich die teilweise hohen Deckungswerte neophytischer Gehölze bemerkbar. Ebenfalls hohe Urbanitätswerte, aber im Durchschnitt eher urbanoneutral, zeigen die monodominanten Neophytengesellschaften. Aus dieser Gruppe stammt auch der urbanophile Extremwert eines von *Ailanthus altissima* und *Paulownia tomentosa* dominiertem Neophyten-Vorwaldes. Die urbanen Gebüsche zeigen insgesamt die höchsten Werte und bewegen sich tendenziell in Richtung mäßig urbanophil.

Um Zusammenhänge mit anderen Umweltvariablen herauszufinden, kann man eine Regressionsgerade in einem xy-Diagramm berechnen.



**Abb. 6:** Linearer Zusammenhang zwischen den Urbanitätswerten der einzelnen Aufnahmen (farbige Punkte,  $n=129$ ) und der Deckung der Neophyten (%), der Anzahl der Neophyten, der Temperaturzahl und der Lichtzahl. grün = mesophile Buchenwälder, gelb = Eichen-Hainbuchen-Wälder, violett = thermophile Buchenwälder, rot = urbane Gebüsche.

Die Deckung und Anzahl der Neophyten, sowie die mittleren Temperatur- und Licht-Zeigerwerte zeigen einen deutlichen positiven Zusammenhang mit den Urbanitätswerten der einzelnen Aufnahmen (Abb. 6).

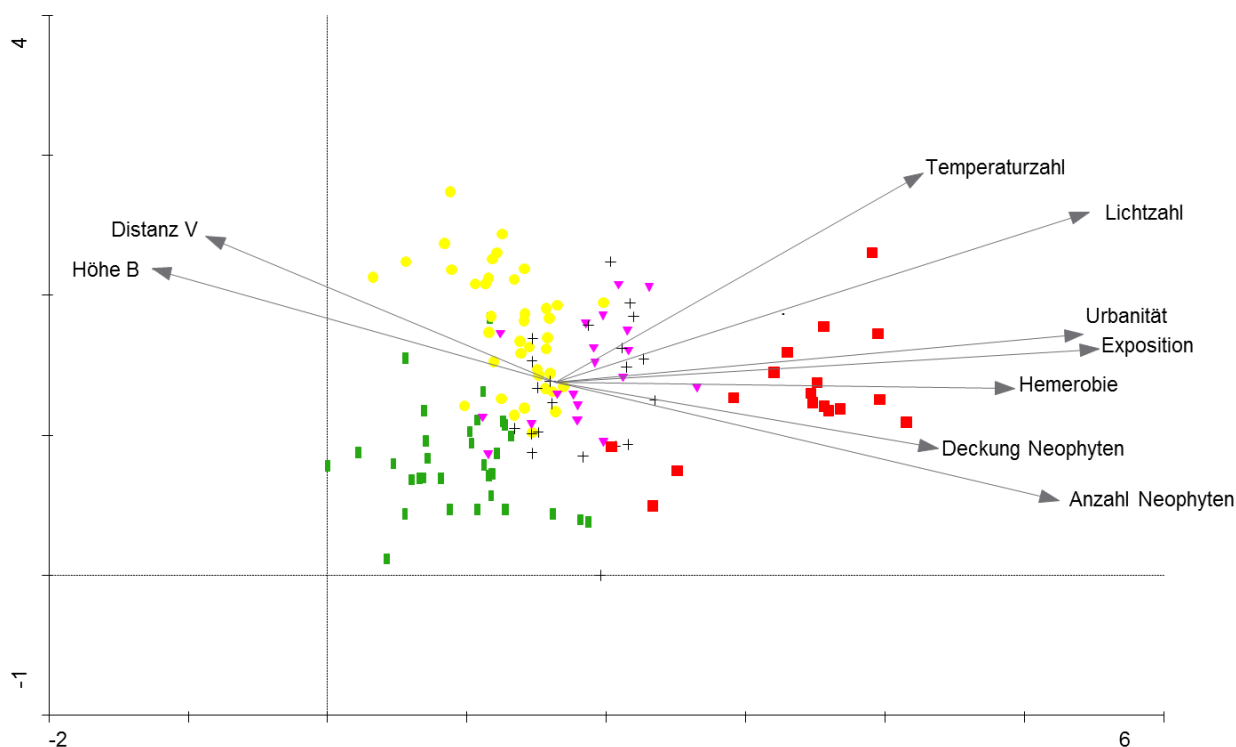
#### 4.7 Gradientenanalyse urbaner Gehölzvegetation

In der DCA-Ordination der Abbildung 7 sind alle Aufnahmen dargestellt, und jene Parameter aufgetragen, welche einen Eigenwert  $> 0,5$  in Hinblick auf die Variation der floristischen Zusammensetzung des Datensatzes haben. Es gibt eine starke Ausrichtung auf die erste Achse, mit der besonders die Exposition, die Urbanität und Hemerobie, die Licht-Zeigerwerte, die Deckung und Anzahl der Neophyten positiv korrelieren, während die Höhe der Baumschicht und die Entfernung zur nächsten versiegelten Fläche negativ mit der ersten Achse korrelieren. Die ökologischen Zeigerwerte spielen, mit Ausnahme von Licht und Temperatur, sonst als Gradient keine Rolle, weil sich diese Zeigerwerte nicht sehr stark voneinander unterscheiden und von anderen Faktoren überlagert werden. Nimmt man nur die von der Vegetationszusammensetzung unabhängigen Variablen, so sind die Exposition und die Entfernung zur nächsten versiegelten Fläche durchaus Umweltvariablen, die die Artenzusammensetzung und damit auch die Zeigerwerte beein-



flussen, wie z. B. eine südliche Exposition lagebedingt sowohl höhere Licht- als auch höhere Temperaturwerte erwarten lässt.

Die beschriebenen fünf pflanzensoziologischen Einheiten grenzen sich in dieser Analyse gut voneinander ab. Die mesophilen Buchenwälder und die Eichen-Hainbuchenwälder liegen deutlich am linken Ende der ersten Achse, wogegen die thermophilen Buchenwälder schon stärker zu den Neophytengesellschaften am rechten Ende der ersten Achse tendieren.



**Abb. 7:** Detrended Correspondence Analysis der pflanzensoziologischen Aufnahmen. B = Baumschicht, V = nächste versiegelte Fläche. Grüne Rechtecke = mesophile Buchenwälder, gelbe Punkte = Eichen-Hainbuchen-Wälder, violette Dreiecke = thermophile Buchenwälder, schwarze Kreuze = Neophytengesellschaften, rote Quadrate = urbane Gebüsche.

## 5. Diskussion

### 5.1. Synsystematik

Eine befriedigende Synsystematik der urbanen subspontanen Gehölzvegetation ist außerordentlich schwierig, weil der Störeinfluss der Stadt als schwer berechenbare Umweltvariable hinzukommt, und sich damit bekannte Verteilungsmuster von Wäldern und Gebüschen auflösen. Die ältesten bekannten Neophytengehölze sind Robinienbestände. Versuche ihrer Einordnung ins System der Vegetationsklassifikation reichen von einer eigenen Klasse Robinietaea, über eine Zuordnung zu den Epilobietea (DIESING & GÖDDE 1989), bis hin zu der Idee, sie wegen ihrer Krautschicht an die Galio-Urticetea anzuschließen (MUCINA et al. 1993). Zur Diskussion siehe u. a. BRANDES (1999), EXNER & WILLNER (2004), WILLNER & GRABHERR (2007a) oder KOWARIK

(1995). Bevor die Gesellschaften nicht raumübergreifend bearbeitet werden, sind wohl informelle Klassifikationen noch unvermeidlich, wie es WILLNER & GRABHERR (2007) mit ihrer ranglosen *Ailanthus altissima*-Gesellschaft oder *Buddleja davidii*-Gesellschaft tun. In näherer Zukunft muss auch über *Paulownia tomentosa* diskutiert werden, welche bereits anfängt, Dominanzbestände zu bilden. Im Stadtgebiet Graz konnte zudem schon spontane Verjüngung von *Catalpa bignonioides*, *Gleditsia triacanthos*, *Liriodendron tulipifera*, *Prunus serotina*, *Morus alba*, und *Koelreuteria paniculata* beobachtet werden. Auch wurde der Klimmer *Celastrus scandens* an der Mur entdeckt, jedoch konnte bisweilen nicht ermittelt werden, ob es sich um eine Anpflanzung oder ein spontanes Vorkommen handelt. Die rasche Ausbreitung einzelner Neophyten nicht nur im Stadtgebiet bietet reichlich Fragestellungen für das Studium der Entwicklung urbaner Gebüsch- und Waldgesellschaften.

Unsere eigene Einteilung folgt bei den Wald-Beständen (Spalte 1 und 2) dem Vorkommen einiger Charakter- und Differentialarten zumindest auf Verbands-Ebene. Die Ausbildungen sind aber stets urban-gestört, was sich insbesondere durch das Vorkommen von holzigen und krautigen Neophyten manifestiert.

Kommen neophytische Gehölze zur Dominanz, dann können sie in ihrer Funktion als „Transformer“ das Ökosystem komplett umbauen (RICHARDSON et al. 2000). Hier kann man schon von „neuen Ökosystemen“ sprechen, die nur der Mensch in dieser Form ermöglicht hat (KOWARIK 2011). Vergleicht man ältere Aufnahmen, so ist das keine vorübergehende Entwicklung, sondern ein klarer, möglicherweise unumkehrbarer Trend, der nach den städtischen Ökosystemen auch die Auwälder, und später auch die mesophilen Wälder erfassen wird, wie es sich auch in unseren Aufnahmen andeutet. Dabei ist die Entwicklung in erster Linie störungsabhängig. Schon die räumliche Verteilung innerhalb der Stadt Graz zeigt Unterschiede zwischen Stadtzentrum und Stadtrand. Als praktikablen Indikator des menschlichen Einflusses haben wir die Entfernung von der nächsten versiegelten Fläche gewählt, die sowohl mit dem Vorkommen von Neophyten, als auch mit der Urbanitätszahl (BERG et al. 2017) korreliert.

Die Urbanität (WITTIG et al. 1985) ist ein brauchbarer Indikatorwert für städtische Ökosysteme. Steigerung des Lichtaufkommens durch Störung der Strauch- und Baumschicht sowie verstärkte Wärmestrahlung in der Stadt sind bestimmende Einflussgrößen der Urbanitäts-Zeigerwerte. Die naturnäheren mesophilen Buchenwälder mit schattigem Bestandsklima und geringen Urbanitätswerten stehen im Kontrast zu den hoch gestörten urbanen Gebüsch der Innenstädte. Ein Gradient von naturnäheren Standorten (mesophile Buchenwälder, Eichen-Hainbuchen-Wälder) über die stärker mit Neophyten durchsetzten thermophilen Buchenwälder, bis hin zu den Neophytengesellschaften und urbanen Gebüsch ist in der Ordination deutlich erkennbar, wobei die urbanen Gebüsch sich durch einen hohen Anteil an lichtliebenden Ruderalarten deutlich unterscheiden und auch die höchsten Urbanitätswerte und Deckungswerte an neophytischen Arten auszeichnen.

Die Lichtzahl als Indikator der Offenheit der Baumschicht bzw. überhaupt der Vegetation korreliert ebenfalls deutlich mit dem Vorkommen von Neophyten. Lichte Bestände können einerseits durch anthropogene Störung entstehen, andererseits sind sie aber auch ein natürliches Merkmal bestimmter Vegetationstypen. Bei unseren thermophilen Buchenwäldern kommt zur allgemeinen Auflichtung durch ihr geringes Alter (bis um 1900 wurde in Graz an diesen klimatisch günstigen Standorten noch Wein kultiviert; ADLMANNSEDER 1978) und durch mechanische Störung (Windwurf, häufige Begehung, Müllablagerung, Vandalismus) noch eine natürliche Auflichtung

durch die Südexposition in starker Hangneigung hinzu. Das eindringende Licht erzeugt auch ein wärmeres Bestandsklima, was vielen wärmebedürftigen Neophyten zum Vorteil gereicht und letztendlich die hohe Neophyten-dichte in den thermophilen Buchenwäldern erklärt.

Viele Autoren berichten von einem großen Artenreichtum in der Stadt im Vergleich zur Umgebung (WITTIG 1991, KÜHN & KLOTZ 2006). So könne eine größere Stadt bis zum Doppelten der Arten eines gleich großen Gebietes in der Umgebung, das landwirtschaftlich genutzt wird, aufweisen (LANDOLT 1991). Jedoch variiert die Artenzahl pro Fläche je nach Lage in der Stadt (SUKOPP 2007). Die Artenzahl in Zürich war in den Übergangszonen zwischen Innenstadt (geschlossene Bebauung) und Außenzone (Randzone) am größten (LANDOLT 1991). Unsere Ergebnisse nur der Gehölzvegetation stützen das nicht, die stark im Stadtkern präsenten urbanen Gebüsche sind um ca. ein Drittel artenreicher als alle anderen Vegetationseinheiten. Auch BRANDES (1995) belegt den Artenreichtum von Innenstädten. Bestätigen können wir, dass in weitgehend geschlossenen Waldflächen die Phytodiversität im Vergleich mit Kulturlandschaften wesentlich geringer ist (BRANDES 2004, KÜHN & KLOTZ 2006), allerdings ist hier der Anteil an Neophyten auch am geringsten. ESSL et al. (2011) sehen allerdings einen Zusammenhang zwischen dem Anteil der Waldflächen, die durch nichtheimische Baumarten wie *Ailanthus altissima* und *Robinia pseudacacia* dominiert werden, und einer Erhöhung der Neophytenzahl. Sie vermuten einen „invasional meltdown“, wonach die Ausbreitung anderer Neophyten in mitteleuropäischen Wäldern durch das Vorhandensein von einer oder mehrerer neophytischer Holzarten begünstigt wird. Auch hier wird der Trend wohl weiter anhalten und durch den Klimawandel noch weiter verstärkt (KLEINBAUER et al. 2010).

SUKOPP (2007) nennt diesen Anreicherungsprozess „anthropogene Florenerweiterung“, dem unsere Kulturlandschaften seit dem Neolithikum bis heute unterworfen sind. Besonders licht- und wärmebedürftige Arten profitieren von der kulturellen Umgestaltung der Landschaft (KOWARIK 1995a, BRANDES 2004). Dies ist auch in unseren Daten erkennbar. Bei unseren Aufnahmeflächen von 100 m<sup>2</sup> nimmt die Artenzahl mit dem Vorkommen von Neophyten zu, d. h. die Neophyten verdrängen keine Arten, sondern tragen zur Erhöhung der städtischen Artenvielfalt bei. Allerdings verschieben sich die Artenverhältnisse zunehmend von Waldarten in Richtung Ruderalarten, was zahlenmäßig zwar eine Zunahme an Arten, aber eine Abnahme von Ökosystem-Qualität bedeutet. Die Untersuchungen von BRANDES (1995) und PINO et al. (2009) zeigen eine Homogenisierung von Stadtfloren in vergleichbaren Klimagebieten. KÜHN & KLOTZ (2006) belegen diesen Effekt speziell für indigene Arten und Archäophyten, wogegen die Neophytenflora verschiedener Städte sich stärker unterscheiden kann. Die Frage, ob Neophyten andere Arten verdrängen, ist dagegen stark skalenabhängig und nur auf sehr kleinen Flächen nachweisbar (HERBEN et al. 2004).

Für die städtischen Gehölz-Ökosysteme kann man konstatieren, dass die klimatischen Gegebenheiten der Stadt (Wärmezufuhr sowohl im Sommer als auch im Winter), ihr kleinflächiger Habitatreichtum mit hohem Fragmentierungsgrad, und die regelmäßige und andauernde Störung die wichtigsten Faktoren sowohl für das Vorkommen von Pflanzenarten allgemein als auch für das Vorkommen von Neophyten darstellen. Den stärksten Anteil an Neophyten haben Bestände, die unter intensivem anthropogenen Einfluss stehen, siedlungsnah sind und mesoklimatisch warm und hell, was auch in vielen anderen Studien herausgearbeitet wurde (GRABHERR et al. 1998; LONSDALE 1999; WALTER et al. 2005, CHYTRÝ et al. 2009, PYŠEK 1998; PYŠEK et al. 2002a). KNAPP et al. (2008) sind der Auffassung, dass urbane Gebiete ein Schlüssel zum Verständnis

anthropogener Effekte auf die Entstehung von Artengemeinschaften und der Funktionen des Ökosystems sind, weil sie zwei Hauptkomponenten der globalen Veränderungen kombinieren: Landnutzung und Klimaänderung. Deshalb nennt SUKOPP (2007) Großstädte in dieser Hinsicht „Laboratorien der Zukunft“. Wir sind überzeugt, dass Graz auch in Zukunft eine geeignete Modellregion für die Entwicklung städtischer Ökosysteme darstellt.

## 9. Literatur

- ADLMANNSEDER, J. (1987): Der Weinbau im Bereich von Grosz-Graz bis zum Jahre 1900. – Dissertation. KFU Graz.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG(2013): Karten der Forstdirektion: <http://www.agrar.steiermark.at/cms/ziel/13038899/DE/> (Zugriff 15. August 2013)
- BERG, C., DRESCHER, A., WAGNER, V. & ESSL, F. (2016): Temporal trends in the invasions of Austrian woodlands by alien trees. – *Preslia* 88: 185–200.
- BERG, C., SCHRAMMEL, E. M., & DRESCHER, A. (2017): Urbanophily – a useful plant indicator value in urban ecology. The example of Graz, Austria. – In: *Autochthonous Plants in the Urban Environment -Slovenian second meeting of European Botanic Gardens Consortium with symposium, Ljubljana, from 25. to 29.5.2016*, 29–36.
- BRANDES, D. (1995): The flora of old town centres in Europe. In: Sukopp, H., Numata, M & Huber, A.: *Urban ecology as the basis of urban planning*. SPB Academic Publishing.
- BRANDES, D. (1999): Standortfaktor Stickstoff – Nitrophytenvegetation in Europa. – *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 11: 305–320.
- BRANDES, D., WEISHAUP, A., GROTE, S., BECHER, R., GRIESE, D., HARTWIG, U., SCHLENDER, H., WENZEL, K. & NITZSCHE, J. (2003): Die aktuelle Situation der Neophyten in Braunschweig. – *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 6 (4): 705–760.
- BRANDES, D. (2004): Neophyten und Biodiversität. – *Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft* Band 54: 25–37.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. – Springer Verlag, Wien.
- CHYTRÝ, M., PYŠEK, P., WILD, J., PINO, J., MASKELL, L. C. & VILÀ, M. (2009): European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. – *Diversity and Distributions* 15: 98–107.
- DIERSCHKE, H. (2005): Laurophyllisation – auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. – *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.* 17: 151–168.
- DIESING, D. & GÖDDE, M. (1989): Ruderale Gebüsch- und Vorwaldgesellschaften nordrhein-westfälischer Städte. – *Tuexenia* 9: 225–251.
- EGGLER, J. (1933): Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Graz. – *Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih.* 73/1: 1–216.

- EGGLER, J. (1951): Walduntersuchungen in Mittelsteiermark (Eichen- und Föhren-Mischwälder). – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 79/80: 8–101.
- ELLENBERG, H., WEBER, H., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica 18: 1–258.
- ESSL, F. & RABITSCH, W. (2002): Neobiota in Österreich. – Umweltbundesamt Wien.
- ESSL, F., MILASOWSKY, N. & BIRNBÖCK, T., (2011): Plant invasions in temperate forests: Resistance or ephemeral phenomenon? – Basic and Applied Ecology 12: 1–9.
- EXNER, A. & WILLNER, W. (2004): New Syntaxa of shrub and pioneer forest communities in Austria. – Hacquetia 3/1: 27–47.
- EXNER, A. & WILLNER, W. (2007): Rhamno-Prunetea Rivas Goday & Borja Carbonell ex Tx. 1962. – In: WILLNER, W. & GRABHERR, G. (Hrsg.) (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs – Ein Bestimmungswerk mit Tabellen – 1 Textband, 2 Tabellenband. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- FISCHER, M., ADLER, W. & OSWALD, K. (2005): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol 2. Auflage. – Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E., LOBIN, W. & BLOCKEEL, T. (Hrsg.) (2006): The liverworts, mosses and ferns of Europe. – Apollo books, Long Island City.
- GASSER, D., GUSTERHUBER, J., KRISCHE, O., PUHR, B., SCHEUCHTER, L., WAHNER, T. & STÜWE, K. (2009): Geology of Styria: An overview. – Mitt. Naturwiss. Vereines Steiermark 139: 5–36.
- GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. & REITER, K., (1998): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. – Österreichische Akademie der Wissenschaften. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- HAMMER, Ø. et al. (2001): PAST: PAleontological STatistics Version 2.17. – Natural History Museum, Oslo.
- HEBER, G. (2005): Flora und Vegetation der Südhänge des Admonter Kogels und der Kanzel im Norden von Graz – unter besonderer Berücksichtigung der xerothermen Vegetationskomplexe mit *Quercus pubescens* s. l. – Diplomarbeit, KF Univ. Graz.
- HENNEKENS, S. M. (2009): Turboveg for Windows 2.83a. – Alterra, Wageningen.
- HENNINGER, S. (2011): Stadtökologie: Bausteine des Ökosystems Stadt. – Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- HERBEN, T., MANDÁK, B., BÍMOVÁ, K. & MÜNZBERGOVÁ, Z. (2004): Invasibility and species richness of a community: a neutral model and a survey of published data. – Ecology 85: 3223–3233.
- HILL, M. O. (1979): TWINSpan – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. – Cornell University, Ithaca, New York.

- HUBMANN, B. & MOSER, B. (2009): Grazer Stadt- und Kulturgeologie – Ein Exkursionsführer. – Berichte der Geologischen Bundesanstalt 45: 53–72.
- KILIAN, W., MÜLLER, F. & STARLINGER, F. (1993): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. – FBVA-Berichte 82: 1–60.
- KLAUCK, E.J. (1988): Die *Sambucus nigra*-*Robinia pseudacacia*-Gesellschaft und ihre geographische Gliederung. – Tuexenia 8: 281–286.
- KLEINBAUER, I., DULLINGER, S., KLINGENSTEIN, F., MAY, R., NEHRING, S. & ESSL, F. (2010): Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich. – BfN-Skripten 275: 1–76.
- KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. (2002): BiolFlor – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- KNAPP, S., KÜHN, I., WITTIG, R., OZINGA, W. A., POSCHLOD, P. & KLOTZ, S. (2008): Urbanization causes shifts in species' trait state frequencies. – Preslia 80: 375–388.
- KOWARIK, I. (1995a): Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes? – In: BÖCKER, R., GEBHARDT, H., KONOLD, W., SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.) (1995): Gebietsfremde Pflanzenarten: Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope; Kontrollmöglichkeiten und Management. 33–56. – Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg.
- KOWARIK, I. (2011): Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. – Environmental Pollution 159: 1974–1983.
- KOWARIK, I., von der LIPPE, M. & CIERJACKS, A. (2013): Prevalence of alien versus native species of woody plants in Berlin differs between habitats and at different scales. – Preslia 85: 113–132.
- KÜHN, I. & KLOTZ, S. (2006): Urbanization and homogenization – Comparing the floras of urban and rural areas in Germany. Biological Conservation 127: 292–300.
- LANDOLT, E. (1991): Veränderungen der Flora der Stadt Zürich in den letzten 150 Jahren. – Bauhinia 10: 149–164.
- LANDOLT, E., BÄUMLER, B., ERHARDT, A., HEGG, O., KLÖTZLI, F., LÄMMLER, W., NOBIS, M., RUDMANN-MAURER, K., SCHWEINGRUBER, F. H., THEURILLAT, J.P., URMI, E., VUST, M. & WOHLGEMUTH, T. (2010): Flora indicativa – Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. – Haupt Verlag, Bern.
- LAZAR, R., BUCHROITHNER, M. & KAUFMANN, V. (1994): Stadtklimaanalyse Graz. – Magistrat Graz, Stadtplanungsamt. Graz.
- LIEB, G. (1991): Eine Gebietsgliederung der Steiermark aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten. – Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz 20: 1–30.
- LONSDALE, W. (1999): Global patterns of plant invasions and the concept of invisibility. – Ecology 80 (5): 1522–1536.

- MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs – Teil I: Anthropogene Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PINO, J., FONT, X., CÁCERES, M. & MOLOWNY-HORAS, R. (2009): Floristic homogenization by native ruderal and alien plants in north-east Spain: the effect of environmental differences on a regional scale. – *Global Ecology and Biogeography* 18: 563–574.
- PYŠEK, P. (1998): Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison. – *Journal of Biogeography* 25: 155–163.
- PYŠEK, P., JAROŠLÍK, V. & KUČERA, T. (2002a): Patterns of invasion in temperate nature reserves. – *Biological Conservation* 104: 13–24.
- REICHELT, G. & WILMANNS, O. (1973): Vegetationsgeographie. – Georg Westermann Verlag, Braunschweig.
- RICHARDSON, D., PYŠEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M., PANETTA, F. & WEST, C. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. – *Diversity and Distribution* 6: 93–107.
- SUKOPP, H. (1969): Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation. – *Vegetatio* 17: 360–371.
- SUKOPP, H. (2007): Dynamik und Konstanz in der Kulturlandschaftsentwicklung. – *Berichte und Abhandlungen BBAW* 13: 13–34.
- TER BRAAK, C.F.J. & ŠMILAUER, P. (2002): Canoco 4.5. Biometris, Wargeningen.
- TICHÝ, L. (2010): Juice 7.0.45. – Institute of Botany and Zoology, Masaryk Univ., Brno.
- WAGNER, W., CHYTRÝ, M., JIMÉNEZ-ALFARO, B., PERGL, J., HENNEKENS, S., BIURRUN, I., KNOLLOVÁ, I., BERG, C., VASSILEV, K., RODWELL, J.S., ŠKVORC, Ž., JANDT, U., EWALD, J., JANSEN, F., TSIRIPIDIS, I., BOTTA-DUKÁT, Z., CASELLA, L., ATTORRE, F., RAŠOMAVIČIUS, V., ČUŠTEREVSKA, R., SCHAMINÉE, J.H.J., BRUNET, J., LENOIR, J., SVENNING, J.-C., KACKI, Z., PETRÁŠOVÁ-ŠIBIKOVÁ, M., ŠILC, U., GARICA-MIJANGOS, I., CAMPOS, J. A., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., WOHLGEMUTH, T., ONYSHCHENKO, V. & PYŠEK, P. (2017): Alien plant invasions in European woodlands. – *Diversity and Distributions* 23: 969–981.
- WALTER, J., ESSL, F., ENGLISCH, T. & KIEHN, M., (2005): Neophytes in Austria: Habitat preferences and ecological effect. – In: NENTWIG, W., BACHER, S., COCK, M., DIETZ, H.-J., GIGON, A. & WITTENBERG, R. (Hrsg.): *Biological Invasions – From Ecology to Control*. – *NEOBIOTA* 6: 13–25.
- WEBER, H.E. (Hrsg.) (1995): *Rubus*. – In: HEGI, G.: *Gustav Hegi Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Band IV, Teil 2A. 3.Auflage, 284–589. – Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- WILLNER, W. & GRABHERR, G. (Hrsg.) (2007a): *Die Wälder und Gebüsch Österreichs – Ein Bestimmungswerk mit Tabellen – 1 Textband*. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- WILLNER, W. & GRABHERR, G. (Hrsg.) (2007b): *Die Wälder und Gebüsch Österreichs – Ein Bestimmungswerk mit Tabellen – 2 Tabellenband*. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- WITTIG, R., DIESING, D. & GÖDDE, M. (1985): Urbanophob - Urbanoneutral – Urbanophil. Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. – *Flora* 177: 265–282.

WITTIG, R. (1991): Ökologie der Großstadtflora. Flora und Vegetation der Städte des nordwestlichen Mitteleuropas. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

### **Anschrift der Autoren**

Elisabeth Monika Schrammel \*

Anton Drescher\*\*

Dr. Christian Berg \*\*\*

Karl-Franzens-Universität Graz

Institut für Biologie

- Botanischer Garten -

Holteigasse 6

8010 Graz

Österreich

\* l.schrammel@gmx.at

\*\* anton.drescher@uni-graz.at

\*\*\* christian.berg@uni-graz.at